الفصل الأول

حوار صريح ... بين المعلم والفصيح

أولاً : من ميدان علم الفيزيقا

صدق أو لا تصدق ... طن الخشب أثقل وزنًا من طن الحديد !!

دخل المعلم[1] ، وكان موضوع المحاضرة « أمثلة لكيفية تدريس العلوم فى المرحلة الاعدادية » لطلاب السنة الثالثة بكلية التربية جامعة عين شمس ، وكان المثال الذى اختاره لطلاب شعبة العلوم الفيزيقية هو « قاعدة أرشميدس » ، والمثال الذى اختاره لطلاب شعبة التاريخ الطبيعى « فسيولوجيا الأوراق » .

وعندما فرغ من شرح المثال الأول الخاص بطلاب شعبة العلوم الفيزيقية ، كانت المحاضرة قد انتهت بالفعل ، ومن ثم بادر طلابه : أيهما أثقل وزنًا طن الخشب أم طن الحديد ؟!!. وهنا همهم بعض الطلاب وصاح بعضهم الآخر بأن هذا ليس سؤالاً ، ولولا معرفتهم لطريقة معلمهم فى التدريس وهى تطعيم محاضراته ببعض الطرائف العلمية بقصد جذبهم وإثارتهم لأخذوا السؤال المطروح موضع الاستخفاف ، ولكنهم جدوا فى البحث عن إجابة له ووعدهم ـ كعادته ـ بأن من يوفق فى معرفة الإجابة عليه له جائزة مادية رمزية ، وانصرف المعلم وسط ضجيج طلابه بمقترحات تستهدف الإجابة على السؤال .

ولما كانت المحاضرة التالية ، وجد المعلم طلابه قد انقسموا إلى فريقين : الأول يرى أنه لا فرق بين وزن طن الخشب وطن الحديد فهما متساويان ، بينما يرى الثانى أن الخشب أثقل من الحديد (وهى الإجابة الصحيحة فعلاً) ، وعندما سأل المعلم أصحاب هذا الفريق عن وجهة نظرهم قالوا : أبدًا .. فمادامت هذه طرفة

---

(١) المعلم فى هذا المثال هو المؤلف نفسه .

علمية فلابد أن تكون الإجابة فى منتهى الغرابة وهى الإجابة التى اقترحناها . فقال لهم : وهل لديكم تفسير لهذه الإجابة ؟ فلم يحروا جوابا ، وعندئذ أعلن على بقية المجموعة من الطلاب أن الوزن الحقيقى لطن الخشب أكبر فعلاً من الوزن الحقيقى لطن الحديد . وقبل أن يسمع إجابة الطلاب ، أسرع بالقول : ... وإليكم التفسير :

إن قاعدة أرشميدس لا تنطبق على السوائل فحسب ، وإنما تنطبق على الغازات أيضا ، إن كل جسم موجود فى الهواء يفقد من وزنه مقدارًا يساوى وزن الهواء الذى يزيحه ، وبالطبع ، فإن الخشب والحديد أيضًا يفقدان جزءًا من وزنهما فى الهواء ، ولكى نحسب وزنيهما الحقيقيين ، يجب إضافة الفقدان ، وهكذا فإن الوزن الحقيقى للخشب فى هذه الحالة يساوى طن + وزن الهواء الذى يزيحه الخشب ، والوزن الحقيقى للحديد يساوى طن + وزن الهواء الذى يزيحه الحديد . ولكن طن الخشب يشغل حجمًا أكبر من الحجم الذى يشغله طن الحديد بـ ١٥ مرة .

ولذلك ، فإن الوزن الحقيقى لطن الخشب أكبر من الوزن الحقيقى لطن الحديد ! وإذا أردنا التعبير الدقيق وجب علينا أن نقول بأن الوزن الحقيقى للخشب الذى يزن فى الهواء طنًا واحدًا أكبر من الوزن الحقيقى للحديد الذى يزن فى الهواء طنًا واحدًا أيضًا . وبما أن طن الحديد يشغل حجمًا قدره $\frac{1}{8}$ م^3 ، بينما يشغل طن الخشب حوالى ٢ م^3 ، فإن الفرق بين وزنى الهواء المزاح فى الحالتين يجب أن يساوى ٢,٥ كجم تقريبًا ، وهكذا يكون الوزن الحقيقى لطن الخشب أكبر من الوزن الحقيقى لطن الحديد بمقدار ٢,٥ كجم !

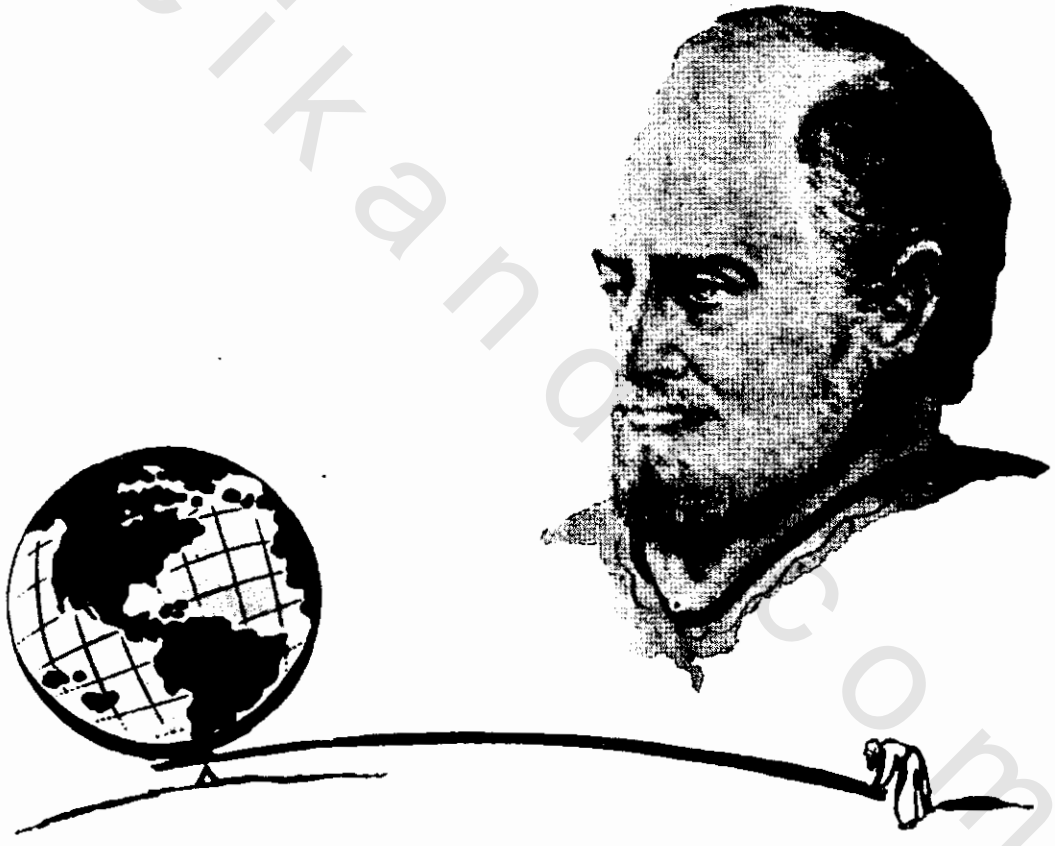
أتحداك أن تزحزح الأرض ... يا أرشميدس !!

دخل المعلم ؛ ولم يكتب موضوع الدرس الجديد على السبورة إمعانًا منه فى إثارة اهتمام تلاميذه به ، وتفحص وجوه التلاميذ وانتظر هنيهة وقبل أن ينبس ببنت شفة قال ـ بطريقة لا تخلو من حركات تمثيلية معبرة : « لو وجدتِ نقطة ارتكاز ، لرفعت الأرض ! » ، « لو وجدت هناك أرضا ثانية ، لانتقلت إليها وحركت أرضنا من مكانها ! » .

وما أن فرغ المعلم من مقولته حتى ضرب الفصيح كفا بكف وهمس إلى من

بجواره بلهجة الظافر « ... لقد وقع أستاذنا ! » ، بينما ظن التلاميذ الآخرون أن المعلم قد أصابه مس من .. وهكذا ظل الجميع يضربون أخماسًا فى أسداس قبل أن ينطلق صوت المعلم قويًّا واثقًا : نعم يمكننا ذلك من الناحية النظرية ، وهو ـ على أية حال ـ ليس بكلامى وإنما كلام عالم الفيزيقا الأشهر أرشميدس ، وكان على وشك تحقيق ما صرح به لولا اعتبارات حالت دون ذلك . (يوضح الشكل رقم ١ محاولة أرشميدس زحزحة الأرض) .

وهنا كتب المعلم عنوان الدرس على السبورة[١] وكان « الروافع » وبدأ فى شرح فكرة أرشميدس ومحاولته زحزحة الأرض من مكانها وفقًا لقانون الروافع :



شكل رقم (١) رسم تخيلى يوضح محاولة أرشميدس زحزحة الأرض من مكانها

(١) يلاحظ أنه ليس بالضرورة أن يبدأ المعلم حصته بكتابة عنوان الدرس ، وإنما قد يتأخر ذلك فترة قصيرة بهدف إثارة التلاميذ نحو موضوع الدرس .

obeikandl.com

القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها .

كان أرشميدس يعتقد بأنه من الممكن رفع أى ثقل مهما كان بقوة ضعيفة للغاية إذا استخدمنا عتلة معينة ، وكل ما يجب عمله هو التأثير بهذه القوة على ذراع العتلة الطويل جدًا ، وجعل الذراع القصير يؤثر على الثقل ، ولهذا فقد فكر أرشميدس بأنه عندما يضغط بيديه على ذراع العتلة الطويل للغاية ، فإنه يتمكن بذلك من رفع ثقل هائل جدًا تساوى كتلته الكرة الأرضية[1] .

ولكن لو كان أرشميدس يعلم بوزن الكرة الأرضية الهائل لكان من المحتمل أن يمتنع أو على الأقل يتواضع فيما صرح به .

وهنا يجهر الفصيح بقوله : إن عالمًا مثل أرشميدس لم يكن يعلم بوزن الأرض ؟!

المعلم : أجل لم يكن يعلم ، ويكفيك أنت أن تعلم أن مسألة أقل من ذلك بكثير ، وهى كيفية قياس حجم جسم غير منتظم لم يكن يعلمها أرشميدس فى محاولته كشف سر التاج المغشوش التى اشتهر بها ، والآن نكمل الدرس .

لنفرض أن أرشميدس وجد كلا « من » الأرض الثانية ونقطة الارتكاز اللتين بحث عنهما ، كما تمكن من صنع عتلة بالطول المطلوب ، فهل تعرفون ـ تلاميذى الأعزاء ـ ما هى الفترة الزمنية التى كان سيرفع خلالها ذلك الثقل الذى تساوى كتلته كتلة الكرة الأرضية ولو إلى ارتفاع سنتيمتر واحد ؟ لقد كان سيحتاج إلى ما لا يقل عن ثلاثين ألف بليون سنة (أى ثلاثة على يمينها ١٣ صفرًا) ! أطال الله فى عمركم وعمر أرشميدس !.

إن الفلكيين يعرفون مقدار كتلة الأرض[2] ، ويعرفون أن الجسم الذى تساوى كتلته كتلة الأرض كان سيزن فوق سطحها عددًا من الأطنان يساوى ستة آلاف بليون بليون (أى ٦ على يمينها ٢١ صفرًا) .

وإذا كان باستطاعة الإنسان أن يرفع ثقلًا قدره ٦٠ كجم مباشرة ، فإنه لأجل أن يرفع الأرض يجب أن يضغط بيديه على ذراع العتلة الطويل للغاية والذى يكون

---

(١) لتبسيط الأمر ، سنقصد بعبارة « رفع الكرة الأرضية » معنى آخر وهو أن نرفع على سطح الأرض ثقلًا تساوى كتلته كتلة الكرة الأرضية .

(٢) تقدر كتلة الأرض بنحو ٥,٨ × ١٠^٢١ طن .

أطول من الذراع القصير بعدد من المرات يساوى مائة بليون بليون مرة (أى واحد على يمينه ٢٠ صفرًا) !

ويمكن لكم ـ أعزائى ـ أن تعرفوا بحساب بسيط أنه فى الوقت الذى يكون فيه طرف الذراع القصير قد ارتفع بمقدار اسم ، يكون الطرف الثانى قد رسم فى الفضاء الكونى قوسًا هائلاً يبلغ طوله بليون بليون كم (أى واحد على يمينه ١٨ صفرًا) !. إذن لقد كان يتحتم على يد أرشميدس ، التى تمسك بطرف العتلة ، أن تقطع مثل هذا الطريق الذى لايمكن تصور طوله لكى يستطيع رفع الأرض إلى ارتفاع اسم فقط !

وهنا تذكر المعلم أن الفصيح لم يسأل أسئلة منذ فترة طويلة ، ربما لأن لغة الأرقام قد فرضت نفسها ، أو ربما طرافة ما يقوله المعلم وغرابته قد استحوذت على لبه فآثر السكينة ، ولكن قطع ما يدور بخلد المعلم سؤال من الفصيح : ولكن ترى ما هو الوقت اللازم للقيام بذلك العمل (رفع الأرض إلى ارتفاع اسم) ؟

أجاب المعلم : إذا اعتبرنا أن أرشميدس كان قادرًا على رفع ثقل قدره ٦٠ كجم إلى ارتفاع متر واحد فى ثانية واحدة (وهذا الشغل يساوى قدرة حصان واحد تقريبًا) ، فإنه لأجل أن يرفع الأرض إلى ارتفاع اسم كان سيحتاج إلى زمن قدره ألف بليون بليون ثانية (أى واحد على يمينه ٢١ صفرًا) أى ما يعادل ثلاثين ألف بليون سنة !. أى لم يكن باستطاعة أرشميدس ، حتى لو ضغط على طرف العتلة طوال سنى حياته[1] أن يرفع الكرة الأرضية ولا قيد شعرة واحدة ، وحتى لو كان باستطاعته أن يحرك يده بأعظم سرعة معروفة لنا وهى سرعة الضوء (٣ × ١٠^١٠ سم / ث) ، ما كان بمقدوره أن يزحزح الأرض إلى أكثر من اسم ارتفاعًا بعد عمل متواصل لحقبة طويلة من الزمن تقدر بنحو عشرة ملايين من السنين !! .

والأرض تسقط على التفاحة أيضًا ... يا نيوتن !

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « قانون نيوتن الثالث » . وبعد أن شرح منطوقه ودعم شرحه بالأمثلة المختلفة ، ابتدره الفصيح قائلاً : إننى على استعداد

---

(١) عاش أرشميدس ٧٥ عامًا من ٢٨٧ ق . م . - ٢١٢ ق . م .

للاعتراف بصحة القانون ، ولكن مع بعض التحفظات ، إننى أوافق على صحته بالنسبة للأجسام الساكنة ، ولكننى لا أفهم كيف يمكن تطبيقه بالنسبة لتبادل الفعل فى الأجسام المتحركة ، إن القانون ينص ـ كما ذكرت حضرتك ـ على أن الفعل يساوى رد الفعل فى المقدار ويعاكسه فى الاتجاه ، وهذا يعنى أنه إذا كان الحصان يجر العربة إلى الأمام ، فإن العربة تجره أيضًا إلى الوراء بنفس القوة ، ومعنى هذا أنه يجب أن تبقى العربة فى مكانها ، فلماذا تتحرك إذن ؟!! .. ولماذا لا تتعادل هاتان القوتان إذا كانتا متساويتين .

وهنا همهم بقية التلاميذ : لقد أفحم الفصيح المعلم ، ووجهوا نظرات تقطر شفقة إلى المعلم ، فماذا عساه أن يقول بعد أن تكلم الفصيح كلامًا حالف العقل والمنطق ، ولكن المعلم ـ وقد كان فاهمًا فهمًا جيدًا للقانون،وقليل هم الذين يفهمونه ـ قرأ ما فى عيون تلاميذه ، فحدثهم حانيًا : لا عليكم أعزائى : إن كلام أخيكم الفصيح فى محله ، ولكن هل يعنى هذا أن القانون غير صحيح ؟ كلا ، فرد بعض التلاميذ : كأنك تزيد الأمر تعقيدًا على تعقيد يا أستاذ ، فقال المعلم : أبدًا ، الموضوع فى غاية البساطة ، إن القوتين لا تتعادلان مع بعضهما لأنهما تؤثران على جسمين مختلفين : الأولى تؤثر على العربة ، وتؤثر الثانية على الحصان ، أما أن القوتين متساويتان ، فهذا صحيح ولكن هل أن القوى المتساوية تولد أفعالاً متساوية دائمًا ؟ وهل أن القوى المتساوية تكسب الأجسام المختلفة تسارعًا واحدًا ؟ وهل أن تأثير القوة على الجسم لا يتوقف على طبيعة ذلك الجسم وعلى مقدار « المقاومة » التى يبديها ضد تلك القوة ؟

إذا فكرنا مليا فى هذه الأسئلة ، فإننا سنعرف بسهولة لماذا يحرك الحصان العربة مع أنها تسحبه إلى الوراء وبنفس القوة ، إن القوة المؤثرة على العربة تساوى القوة المؤثرة على الحصان دائمًا ، ولكن بما أن العربة تتحرك بحرية على عجلات ، بينما يثبت الحصان قوائمه فى الأرض ، إذن يصبح من الواضح السبب فى جرى العربة وراء الحصان ، أما إذا لم تبد العربة رد فعل بالنسبة لقوة الحصان الدافعة ، فإنه يمكن عندئذ الاستغناء عن الحصان ، إذ أن أضعف قوة تستطيع تحريك العربة فى هذه الحالة ، ولهذا يكون الحصان ضروريًا للتغلب على رد الفعل الذى تبديه العربة .

ويستطرد المعلم ... وعلى العموم إذا لم يكن نص القانون الذى نحن بصدده مقتضبًا « الفعل يساوى رد الفعل » بل كان مثلاً على النحو التالى « قوة رد الفعل تساوى قوة الفعل » ، لكان ذلك أسهل فهما وأقل إرباكا ، إن الذى يتساوى هنا هو مقدار القوتين فقط لا فعل القوتين (إذا كان المقصود بفعل القوة - كما يفهم عادة - هو انتقال الجسم) فيختلف بطبيعة الحال لأن القوتين تؤثران على جسمين مختلفين .

الفصيح : شكرا أستاذى على هذا الشرح المستفيض والجهد الواضح فى محاولتك مساعدتنا على فهم القانون الثالث لنيوتن فهمًا كاملاً ، ولكن لى تساؤل بسيط : لقد قلت لنا إن سقوط الأجسام يخضع أيضًا للقانون المشار إليه ، بالرغم من عدم ظهور هاتين القوتين فى الحال ، فلو أخذنا مثلاً حالة سقوط التفاحة على الأرض، فلو كان هذا دقيقًا لسقطت الأرض على التفاحة أيضًا ؟!

المعلم : إن التفاحة تسقط على الأرض ، لأن الأرض تجذبها إليها ، ولكن التفاحة تجذب الأرض إليها أيضًا وبنفس القوة تمامًا ، وبعبارة أدق فإن كلاً من التفاحة والأرض تسقطان على بعضهما فعلاً .

الفصيح : ولِمَ لا نرى الأرض تسقط على التفاحة مثلما نرى العكس ؟

المعلم : إن سرعة سقوط التفاحة على الأرض تختلف عن سرعة سقوط الأرض على التفاحة ، إن القوى المتساوية للجذب المتبادل تعطى التفاحة تسارعًا قدره ١٠م/ث^{٢} تقريبًا ، بينما تعطى الأرض تسارعًا يقل عن تسارع التفاحة بقدر ما تزيد كتلة الأرض على كتلة التفاحة ، وبطبيعة الحال ، فإن كتلة الأرض أكبر من كتلة التفاحة بعدد غير متناه من المرات ، ولهذا ، فإن الأرض لا تنتقل فى هذه الحالة إلا بقدر ضئيل للغاية ، بحيث يمكن اعتباره مساويًا للصفر ، ولهذا السبب نقول بأن التفاحة تسقط على الأرض بدلاً من قولنا بأن « كلا من التفاحة والأرض تسقطان على بعضهما » ، وإن كانت الأرض - كما أوضحت - تسقط على التفاحة أيضًا !!

رحم الله ... الاحتكاك !

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « الاحتكاك » وبعد أن أوضح مفهومه ،

أخذ فى بيان أهميته حيث قال : إن الاحتكاك ظاهرة واسعة الانتشار جدًا بحيث لا نستطيع الاستغناء عنه إلا فى حالات استثنائية نادرة ، إنه يهرع لمساعدتنا من تلقاء نفسه فهو يمكننا من المشى والجلوس والعمل دون أن نخشى من سقوط الكتب والمحبرة على الأرض، أو من زحف المنضدة أو من انفلات القلم من بين الأصابع . والاحتكاك يساعد كذلك على الاتزان المستقر ، إن النجارين يقومون بتسوية الأرض الخشبية للغرفة لكى تقف المناضد والكراسى فى الأماكن التى توضع فيها . والأوانى والأطباق والأقداح الموضوعة على المنضدة تبقى ثابتة فى أماكنها دون أن نهتم بأمرها إلا إذا كانت معرضة للاهتزاز مثلاً عند وجودها على متن باخرة .

وبعد أن أفرغ المعلم مقولته ، خطر للفصيح أن يسأله سؤالاً .

الفصيح : ماذا يحدث – أستاذى – لو فرضنا أن الاحتكاك اختفى من العالم فجأة ؟! .

المعلم : سيحدث ما لا يحمد عقباه .

الفصيح : هل من أمثلة ؟ .

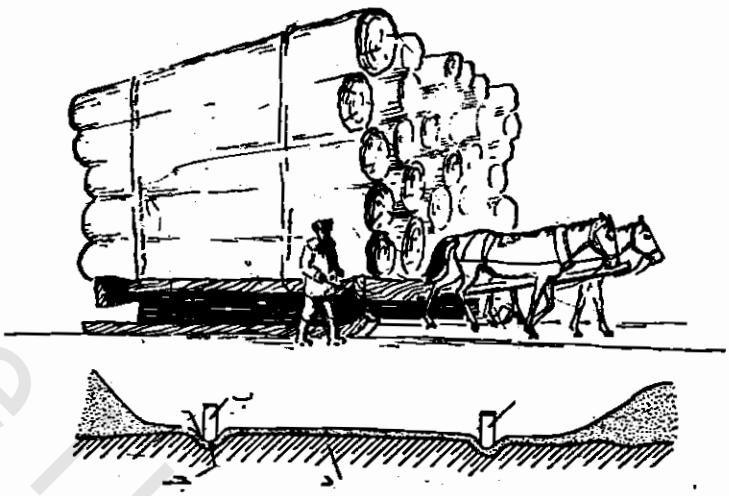
المعلم : لولا وجود الاحتكاك لما كان باستطاعتنا أن نمسك أى شىء بأيدينا ، ولما سكنت الأعاصير ، ولما خفتت الأصوات وإنما كانت ستسمع مثل الصدى الأزلى الذى ينعكس مثلاً على جدران الغرفة دون أن يضعف ، ولما كان باستطاعتنا أن نمسك أى شىء بأيدينا .

الفصيح : وهل يمكن أن يحدث ذلك فعلاً ؟

المعلم : فى بعض الحالات .

الفصيح : هل من أمثلة ؟

المعلم : لقد أدى تكون غطاء جليدى صلب فى شوارع لندن عام ١٩٢٧ إلى صعوبة مرور المشاة، والسيارات مما ترتب عليه نقل حوالى ١٤٠٠٠ شخص إلى المستشفيات، بسبب إصابتهم برضوض فى الأيدى والأرجل وغيرها، كما دمرت سيارات ثلاث تدميرًا كاملاً بعد انفجار خزانات وقودها إثر اصطدامها بترامين بالقرب من « هايد بارك »،كذلك أدى تكون غطاء جليدى على الأرض فى باريس إلى وقوع عدد كبير من الحوادث المؤلمة فى المدينة وضواحيها (انظر الشكل رقم ٢).



شكل رقم (٢) الرسم العلوى – زحافة محملة تسير على طريق جليدى : والحصانان يجران حملاً يبلغ وزنه ٧٠ طنًا .
الرسم السفلى – الطريق الجليدى : (ا) مسلك الزحافة : (ب) المزلقة : (جـ) جليد مترابط : (د) القاعدة الأرضية للطريق .

الجاذبية ... فى أجازة !

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « قانون الجاذبية لنيوتن »،الذى ينص على أنه « توجد بين كل جسيم من جسيمات المادة فى الكون،وكل جسيم آخر قوة تجاذب تتناسب طرديًا مع كتلتهما،وعكسيًا مع مربع المسافة بينهما » .

وفى التمهيد لشرح هذا القانون ، قال المعلم : عندما فكر كولومبس أن يعبر المحيط الأطلنطى ،كان الكثير من الناس مازالوا يعتبرون الأرض منبسطة (مسطحة) ، وكذلك اعتقدوا أن سفن كولومبس لابد ساقطة فى هاوية سحيقة عندما تصل إلى حافة الأرض إذا ما توغلت بعيدًا فى المحيط .. ولكن هذا لا يمكن أن يحدث لأن الأرض كروية أو هكذا هى أشبه .

وما أن فرغ المعلم من مقولته ، حتى نهض الفصيح فزعًا وقال : كيف تكون الأرض كروية ؟ إنها إن كانت كذلك فلابد أن يكون الناس فى ا لجهة الأخرى منها سائرين ورؤوسهم إلى أسفل وهيهات لإنسان أن يستطيع السير على السقف ورأسه إلى أسفل ، فكيف إذن يحيا الناس على السطح السفلى للكرة الأرضية إن كانت الأرض كرة ؟!

المعلم : الواقع أن فكرتك ـ يا فصيح ـ وكثير من الناس عن أسفل وأعلى هى فكرة خاطئة .

الفصيح : كيـــف ؟

المعلم : إن أسفل تعنى على وجه التحديد جهة مركز الأرض ، أما أعلى فتعنى الاتجاه البعيد عن مركز الأرض ، ولن يهم بعد ذلك ـ يا فصيح ـ فى أى مكان أنت موجود على سطح الأرض ، فأسفل دائمًا ـ كما ذكرت ـ جهة مركز الأرض ، والجاذبية تشد كل شىء على سطح الأرض جهة المركز .

الفصيح : وضح لى أستاذى بمثال يقرب لى ما تقول لأن رأسى أوشك على الدوار .

المعلم : لا عليك . هب أن طفلاً فى نيويورك ألقى بحجر فى الهواء ، وفى نفس الوقت ألقى طفل فى الجهة المضادة (فى الصين) حجرًا إلى أعلى فى الهواء ، فإن الحجرين يكونان سائرين فى اتجاهين متضادين ، ولكن كلا منهما يعتبر متجهًا إلى أعلى ، ثم يبدأ الحجران فى السقوط فيسيران فى اتجاهين متضادين أيضًا ، ولكن كلا منهما يكون متجهًا لأسفل فى اتجاه مركز الأرض .

الفصيح : وهل الجاذبية فى الكون سمة تحتكرها الأرض لنفسها وحدها ؟

المعلم : كل كوكب له جاذبيته وإن اختلفت قيمتها ، فالمعروف أن الجاذبية على القمر مثلا ١/٦ قيمتها على الأرض ، وتتناقص الجاذبية الأرضية بزيادة الارتفاع ، فالمعروف أنها تتناقص عكسيًا مع مربع البعد عن مركز الأرض ، ولذلك إذا ارتفع جسم إلى مسافة كبيرة فوق سطح الأرض فإن تأثير قوى الجاذبية عليه يقل ، ويمكن أن نصل إلى ارتفاع خاص يتلاشى فيه تأثير الجاذبية الأرضية[1] .

الفصيح : وهل يمكن التخلص من تأثير الجاذبية ؟ .

المعلم : يمكننا تصوير الجاذبية ببئر عميقة مخروطية الشكل تستقر الأرض فى قاعها ، فإذا أمكن لجسم ما تسلق جدران هذه البئر وانتهى إلى فوهتها ، انطلق بعيدًا عن تأثير الجاذبية وأصبح فى حالة انعدام وزن ، وهذا ما تؤديه الصواريخ فى دفع سفن الفضاء بعيدًا عن بئر الجاذبية ليمكنها الدوران أو الهبوط على بعض

(١) يقدر هذا الارتفاع بنحو ٣٢٠٠ كم .

الكواكب الأخرى ، والجسم الذى تبلغ سرعته نحو ١١,٢ كم / ث (حوالى ٧ ميل / ث) يمكنه الإفلات من جاذبية الأرض .

الفصيح : ذكرت أستاذى مصطلح « انعدام وزن » ، فماذا تقصد به ؟.

المعلم : أقصد أن الجسم يستمد وزنه من قوة الجذب الواقعة عليه ، ولولا الجاذبية لما كان للجسم أى وزن ، فعندما يتحرر جسم ما من تأثير الجذب الواقع عليه تمامًا فإنه يصبح لا وزن له أى فى حالة انعدام وزن ، وهذا ما يمكن الرواد عندما يخرجون من سفينتهم من السباحة فى الفضاء دون الخشية من السقوط نحو الأرض بفعل الجاذبية الأرضية .

الفصيح : ولكن ماذا يحدث لو أصبحت الأجسام كلها فى حالة انعدام وزن ؟!.

المعلم : تقصد ماذا سيكون عليه الحال إذا لم تكن هناك جاذبية ؟.

الفصيح : نعم ، ماذا يمكن أن يحدث لو أن الجاذبية أخذت يومًا أجازة ، ولو عارضة ؟! .

المعلم : أولاً هذا السؤال لا محل له ، ولكن دعنا ـ من قبيل التخيل العلمى ـ نتصور الإجابة عليه ، إن أول نتيجة لغياب الجاذبية الأرضية مثلاً هى أن كل شىء على الأرض يتركها ويندفع فى الفضاء ، حتى سطح الأرض نفسه سيبتعد عنها ولن يلبث دوران الأرض أن يبددها إلى أجزاء تتناثر ولا يبقى منها شيئًا .

الفصيح : هذا شىء فظيع !.

المعلم : وفى سياق تخيلنا ، دعنا نتصور ماذا يمكن أن يحدث فى غرفة خلت بطريقة ما من الجاذبية ، فى تلك الغرفة ربما أمكنك أن تسير على السقف أو على الجدران بنفس السهولة التى تسير بها على الأرض دون أن تسقط !! كما أنك لن تستطيع صب الماء من الإناء إلى الكوب ، بل أكثر من هذا لن تحتاج إلى هذا الإناء ليحمل الماء ، بل يكفى أن تترك قبضة من الماء فى الهواء كى تظل معلقة به !. ويمكنك أن تحمل بسهولة مكتبًا ثقيلاً بأصبع واحدة لتضعه على السقف حيث يستقر عليه !. كما تستطيع أن تضرب بقدميك لتندفع فى الهواء حتى تصطدم بشىء آخر ! بل يمكنك أن تخلع معطفك وتعلقه فى الهواء على لا شىء ! .. وإذا أحضرت ميزانًا فإنك تستطيع أن تزن عليه بالضبط صفرًا من الأرطال !. ويمكنك أن تضع بكل سهولة فيلاً على طرف أنفك وتجعله فى تمام الاتزان !.

الفصيح : إن ذلك المكان سيبدو فى غاية العجب بدون جاذبية ، لذا لا نود أن تأخذ الجاذبية أجازة أبدًا .

المعلم : إن قانون الجاذبية من أهم قوانين الطبيعة رغم أن الجاذبية نفسها مازالت لغزًا عميقًا مجهولاً .

الفصيح : تقصد كنه الجاذبية ذاتها ؟.

المعلم : هذا أمر شرحه يطول ، وأنا الحصة القادمة مشغول ، فليكن حديثنا الأسبوع القادم حول ذلك الموضوع .

بحر .. لا يغرق فيه أحد !!

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « خواص السوائل » ، وبعد أن شرح هذه الخواص أراد أن يثير مع طلابه مسألة طريفة ، وهى أنه يوجد بحر لا يستطيع أن يغرق فيه إنسان ، وقد أثارت هذه المسألة ـ كالعادة ـ فضول الفصيح الذى قال : هل لهذا البحر وجود فى الواقع ؟.

المعلم : يقع هذا البحر فى الأرض المحتلة (فلسطين) ويطلق عليه اسم البحر الميت .

الفصيح : وما هو التفسير العلمى لعدم غرق إنسان أو أى كائن فى هذا البحر ؟!.

المعلم : إن مياه البحر الميت مالحة جداً بحيث لا يمكن لأى كائن حى أن يعيش فيها ، ويساعد مناخ المنطقة الحار ، الذى يندر فيه هطول الأمطار ، على تبخر مياه سطح البحر بكثرة ، وفى هذه الحالة يتبخر الماء النقى وحده وتبقى الأملاح فى البحر، فتزيد من ملوحة مياهه لتصل إلى نسبة ٢٧ ٪ أو أكثر ، وتزداد الملوحة بازدياد العمق على عكس معظم البحار والمحيطات التى تصل نسبة الملوحة فيها إلى ٢ ٪ أو ٣ ٪ (بالوزن) .

الفصيح : وهل معنى هذا أن حوالى ربع محتويات البحر الميت عبارة عن أملاح مذابة فى مياهه ؟

المعلم : هذا صحيح ، وتقدر الكمية الكلية للأملاح الموجودة فيه بنحو أربعين مليون طن !.

الفصيح : ولكن إلى ماذا يعزى سبب الملوحة الزائدة لمياه البحر الميت ؟

المعلم : يعزى السبب إلى إحدى خواص البحر الميت المميزة ، وهى أن مياهه أثقل كثيرًا من مياه البحر المعتادة ، ولهذا يستحيل الغرق ـ كما قلنا ـ فى مثل هذا السائل الثقيل ـ لأن جسم الإنسان أخف من ذلك السائل .

الفصيح : وهل يقل وزن جسم الإنسان بدرجة ملحوظة عن وزن نفس الحجم من الماء الزائد الملوحة .

المعلم : نعم ، وتبعا لقانون الطفو فإنه يستحيل أن يغرق الإنسان فى البحر الميت ، لأنه سوف يطفو على صفحته كما تطفو بيضة الدجاجة فى الماء المالح (فى حين أنها تغوص فى الماء العذب) .

الفصيح : وهل ذهب أحد بالفعل إلى ذلك البحر للتحقق من صدق تلك الاستنتاجات ؟.

المعلم : لنستمع إلى الوصف التالى لأحد العلماء الذين ذهبوا إلى البحر الميت ، بالفعل وسبحوا فى مياهه الثقيلة : « لقد كانت سباحة مضحكة ، حيث لم يكن بوسعى أن أغوص فى الماء ، ويستطيع الإنسان هنا أن يتمدد على صفحة الماء بكامل طوله وهو مستلق على ظهره مع وضع يده على صدره وسيكون الجزء الأكبر من جسمه خارج الماء . ويمكنه عند ذلك أن يرفع رأسه تمامًا ، وفى استطاعته أن يستلقى على ظهره براحة تامة مع رفع ركبتيه نحو ذقنه ومسكهما بيديه ولكنه سرعان ما ينقلب لأن ثقل الرأس سيرجح ، ويستطيع الإنسان الانتصاب على رأسه حيث سيكون الجزء الممتد من منتصف صدره إلى أخمص قدميه خارج الماء ، ولكنه لن يستطيع البقاء فى هذا الوضع لمدة طويلة » .

الفصيح : وهل يستطيع الإنسان السباحة على ظهره وقطع مسافة ملحوظة ؟

المعلم : لا . لأن قدميه ستكونان خارج الماء الأمر الذى يجعله يدفع الماء بعقبيه فقط .

الفصيح : وهل يستطيع الإنسان أن يسبح على بطنه ووجهه إلى أسفل كما هو المعتاد فى أحواض السباحة العادية ؟

المعلم : إن فعل ذلك فى البحر الميت فإنه لن يتحرك إلى الأمام وإنما إلى الوراء !. وعلى العموم انظر إلى الصورة المبينة فى الشكل رقم (٣) .

شكل رقم (٣) شخص مضطجع على سطح البحر الميت (نسخة من صورة فوتوغرافية) .

الفصيح : إنها تمثل أحد الأشخاص ، وقد تمدد على سطح البحر الميت بطريقة مريحة نوعًا ما .

المعلم : نعم ، إن الوزن النوعى الكبير للماء يمكن ذلك الشخص المتمدد بهذه الطريقة من قراءة كتاب تحت مظلة تقيه من أشعة الشمس المحرقة ! .

الفصيح : لقد قرأت فى هذا الخصوص عن وجود نوع من الماء يكون فى حالته النقية أثقل من الماء العادى بمقدار محسوس .

المعلم : نعم يوجد مثل هذا الماء الذى يبلغ وزنه النوعى ١,١ أى أكثر من الوزن النوعى للماء العادى بمقدار ١٠٪ .

الفصيح : أعتقد أن الشخص الذى يستحم فى مثل هذا الماء لا يغرق فيه إلا بصعوبة .

المعلم : نعم ، حتى ولو كان لا يجيد السباحة ، وقد أطلق على هذا الماء – يا فصيح – اسم « الماء الثقيل »[1] ويحتوى الماء العادى على كمية قليلة جدًّا من هذا الماء حيث يوجد فى كل سطل من الماء العادى حوالى ٨ جم من الماء الثقيل .

---

(١) صيغته الكيمائية D_2O ، ويتألف مركب الأيدروجين الداخل فيه من ذرات أثقل مرتين من ذرات الأيدروجين العادى ، ويرمز له بالحرف D .

الفصيح : بقيت نقطة أود أن أستفسر عنها أستاذى .

المعلم : ما هى ؟

الفصيح : معلوم أن درجة ملوحة المياه تختلف من بحر لآخر ، فهل يختلف تبعًا لذلك الجزء الغاطس من السفينة فى مياه البحار المختلفة ؟

المعلم : هذا أمر بديهى ، ولهذا يوجد على كل سفينة بالقرب من خط الماء علامة تعرف بـ « علامة لويد » تبين حد الانغمار فى المياه المختلفة الكثافة .

الهواء يتحدى ... ستة عشر حصانًا !!

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « الضغط الجوى » ، وفى معرض الشرح أراد أن يزيل من أذهان طلابه أن الهواء « لا شىء » كما يعتقد البعض منهم ، وبعد أن تأكد من صمتهم وسكونهم ، قال : « أيها الهواء ، أيها الهواء ... ما أقواك ! » . وقد أثارت طريقة المعلم حفيظة الفصيح الذى صاح : وما دليلك على ما قلت ؟.

المعلم : لنستمع إلى هذه القصة ، فى منتصف القرن السابع عشر شاهد سكان مدينة « ريجنسبرج » وأمراء المانيا الذين قدموا إليها وعلى رأسهم الإمبراطور عرضًا مدهشًا للغاية ، حيث كان هناك ستة عشر حصانًا تحاول بكل طاقتها فصل نصفى كرة من النحاس ملتصقين ببعضهما .

الفصيح : ما هى المادة التى استخدمت فى لصق نصفى الكرة ؟ أحسبها من أقوى المواد اللاصقة .

المعلم : كلا ، إنها الهواء ! ومع ذلك فإن الستة عشر حصانًا التى كانت ثمانية منها تسحب فى اتجاه والثمانية الأخرى فى اتجاه معاكس ، لم تستطع فصل نصفى الكرة عن بعضهما .

الفصيح : ومن صاحب هذه التجربة ؟.

المعلم : إنه أوتوفون جيريكة رئيس بلدية المانيا .

الفصيح : ومتى أجريت ؟

المعلم : فى ٨ مايو عام ١٦٥٤ م وسط احتفال مهيب .

الفصيح : وما هو الغرض الرئيسى منها ؟.

المعلم : اثبات أن الهواء ليس « لا شىء » مطلقًا ، وإنما له وزن وله قوة ضغط

كبيرة على كافة الأشياء الموجودة على سطح الأرض لدرجة أنه يستطيع أن يعمل على لصق نصفى كرة من النحاس لصقًا قويا بحيث لا يمكن فصلهما عن بعضهما حتى باستخدام ستة عشرة حصانًا !.

الفصيح : بالله - أستاذى - تشرح لنا هذه التجربة بالتفصيل وظروفها وملابساتها .

المعلم : لنستمع إلى وقائعها من صاحبها ، يقول جيريكة : « لقد أوصيت بصنع نصفى كرة من النحاس بقطر يساوى ثلاثة أرباع ذراع قياس الأقمشة المستخدم فى مدينة ماجد برج[1] . ولكن القطر كان فى الواقع يساوى ٠,٦٧ من الذراع المذكور فقط ، وذلك لأن (الصناع المهرة) لم يتمكنوا كعادتهم من صنع الشىء الذى طلبته منهم بدقة تامة ، وكان نصفا الكرة متطابقين تمامًا ، وكان أحدهما متصلاً بصنبور يمكن بواسطته طرد الهواء من الداخل ومنع دخول الهواء من الخارج ، وبالإضافة إلى ذلك فقد ثبت فى نصفى الكرة أربع حلقات لإدخال الحبال المربوطة بطقوم الحصن ، وأوصيت كذلك بصنع حلقة جلدية مشبعة بمزيج من الشمع وزيت التربنتينا ، ثم وضعت هذه الحلقة بين نصفى الكرة لتمنع دخول الهواء إلى داخلهما ، وبعد ذلك أدخلت فى الصنبور فوهة مضخة الهواء التى سحبت الهواء من داخل الكرة ، وهنا تجلت القوة التى لصقت نصفى الكرة مع بعضهما وبينهما الحلقة الجلدية ، إن ضغط الهواء الخارجى لصق نصفى الكرة بقوة كبيرة بحيث لم يكن باستطاعة ستة عشر حصانًا فصل نصفى الكرة عن بعضهما إلا بصعوبة بالغة ، وعندما استطاعت الحصن فصل نصفى الكرة بكل ما لديها من قوة ، دوَّت فى الجو فرقعة لها دوى الرصاص » . (شكل رقم ٤) ، (شكل رقم ٥) .

الفصيح : هذا حسن . ولكن هل كان فتح الصنبور الذى يسمح للهواء بالدخول إلى الكرة بحرية كافيًا ليجعلنا نفصل نصفى الكرة عن بعضهما بسهولة ؟ .

المعلم : نعم ، كان يمكننا ذلك بيدينا فقط .

الفصيح : هل يمكن أن توضح لنا - أستاذى - سبب حاجتنا إلى مثل هذه

---

(١) ذراع قياس الأقمشة فى ماجد برج يساوى ٥٥٠ مم .

شكل رقم (٤) فون جيريكة يستخدم منفخته الهوائية لامتصاص الهواء من بين نصفى الكرة النحاسية المجوفة

شكل رقم (٥) لم يستطع فريقا الجياد فصل نصفى الكرة أحدهما عن الآخر

القوة الكبيرة (ثمانية حصن فى كل جهة) لفصل نصفى الكرة الفارغة .

المعلم : بعملية حسابية بسيطة نستطيع توضيح سبب هذه الحاجة ، فالهواء يضغط بقوة تقدر بحوالى ١ كجم / سم^{٢} ، ومساحة الدائرة التى يبلغ قطرها ٠,٦٧ ذراع (٣٧ سم) تساوى ١٠٦٠ سم^{٢} .

الفصيح : نأخذ مساحة الدائرة أم مساحة سطح نصفى الكرة ؟

المعلم : بل مساحة الدائرة ، لأن الضغط الجوى يساوى المقدار المذكور فى حالة واحدة فقط وهى عند تأثيره على السطح بصورة عمودية ، أما بالنسبة للسطوح المائلة فتقل قيمة الضغط المذكورة ، وفى هذه الحالة نأخذ مسقط نصف الكرة العمودى على المستوى الأفقى ، أى نأخذ مساحة الدائرة الكبرى .

الفصيح : وماذا يعنى الرقم المذكور (١٠٦٠ سم^{٢}) ؟

المعلم : يعنى أن ضغط الهواء المؤثر على كل من نصفى الكرة يجب أن يزيد على ١٠٠٠ كجم (طن واحد) ، وبالتالى ، كان يتحتم على كل ثمانية حصن أن تسحب بقوة قدرها طنا لمقاومة ضغط الهواء الخارجى .

الفصيح : أعتقد أن الطن الواحد لا يمثل حملاً ثقيلاً بالنسبة لثمانية حصن !.

المعلم : نعم . ولكن يجب ألا تنسى - يا فصيح - أن هذه الحصن عندما تسحب حملاً يزن طنا واحدًا فإنها لا تكون بذلك قد تغلبت على قوة تساوى طنا واحدًا ، بل أقل من ذلك بكثير ، وهى بالذات قوة احتكاك العجلات بالمحور وبالطريق ، وهذه القوة - على الطريق مثلاً - تساوى ٥٪ من الوزن فقط أى ٥٠ كجم عندما يبلغ وزن الحمل طنا واحدًا ، هذا بغض النظر عن الواقع الذى يؤكد أن ٥٠٪ من قوة السحب تفقد عندما يتم السحب بواسطة ثمانية حصن مربوطة مع بعضها .

الفصيح : وماذا نستنتج من ذلك ؟

المعلم : نستنتج أن سحب الطن الواحد يعادل بالنسبة للحصن الثمانية سحب عربة تزن ٢٠ طنا ، وهذا هو حمل الهواء الذى تحتم على حصن رئيس بلدية ماجد برج أن تقوم بجره ، ويمكننا القول - فى معرض التشبيه - بأنه كان من المحتم

على تلك الحصن أن تسحب قاطرة صغيرة تتميز عن غيرها بعدم وجود قضبان حديدية تحت عجلاتها .

الفصيح : وهل لقوة ضغط الهواء الكبيرة هذه من فائدة محسوسة ؟

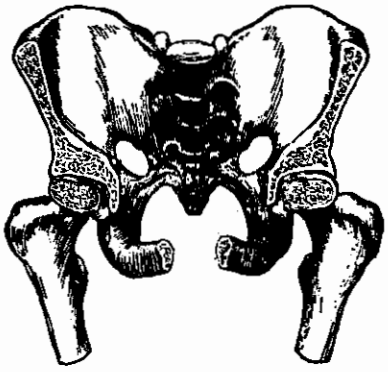
المعلم : لعلك تندهش - يا فصيح - عندما تعلم بأن بعض مفاصل الهيكل العظمى لجسمك تحافظ على تماسكها المتين بفضل نفس العامل الذى أدى إلى تماسك نصفى كرة ماجد برج .

الفصيح : مثل ماذا ؟

المعلم : إن المفصل الحاقفى للإنسان (شكل رقم ٦) عبارة عن تركيب شبيه بنصفى كرة ماجد برج بالذات .

الفصيح : وهل معنى ذلك أننا إذا جردنا هذا المفصل من العضلات والغضاريف فإن الورك لن يتفكك ؟!.

المعلم : نعم لأن الضغط الجوى يجعله متماسكًا بثبات ، حيث لا وجود للهواء فى الفراغ الموجود بين المفاصل .



شكل رقم (٦) إن الضغط الجوى يعمل على تلاحم عظام حوض الإنسان ، ويمنعها من الانفصال عن بعضها ، كما هى الحالة بالنسبة لنصفى كرة ماجدبرج

أيها الصوت ... ما أعجبك !

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « انتقال الصوت » ، وفى أثناء الشرح أراد أن يثير مع طلابه المسائل الثلاث الطريفة التالية :

المسألة الأولى : أيهما يسمع الصوت أولاً ؟

المعلم : من الذى يسمع أول نغم تعزفه إحدى الفرق الموسيقية ، أهو المستمع الجالس فى قاعة الموسيقى على بعد ١٠ أمتار من الفرقة ، أم المستمع الذى يصغى إلى الأنغام التى تعزفها نفس الفرقة عن طريق جهاز الراديو الموجود فى شقته الواقعة على بعد ١٠٠ كم من قاعة الموسيقى واضعًا سماعة الراديو فى أذنه ؟

وهنا انتفض الفصيح معترضًا على هذا السؤال أصلاً ، إذ أنه من السذاجة بمكان ترجيح الشخص الأخير على الشخص الأول .

المعلم : من المدهش حقا أن تعرف - يا فصيح - أن صاحب جهاز الراديو يسمع النغم قبل أن يسمعه الشخص الجالس فى قاعة الموسيقى !

الفصيح : كيف هذا - أستاذى - مع أن بعد الشخص الأول عن البيانو أكبر من بعد الشخص الثانى عنه بـ ١٠,٠٠٠ مرة ؟!.

المعلم : التفسير بسيط . إن الصوت ينتشر بسرعة تقل عن سرعة انتشار الضوء بمليون مرة تقريبًا ، وبما أن سرعة الموجات اللاسلكية تتساوى مع سرعة انتشار الذبذبات الضوئية ، لذا فإن سرعة الصوت تقل عن سرعة الإشارة اللاسلكية بنحو مليون مرة .

الفصيح : وما دلالة هذا ؟

المعلم : لا حرمك الله من فصاحتك يا فصيح . إن دلالته فى غاية الوضوح ، إنه يدل على أن الموجات اللاسلكية تقطع مسافة الـ ١٠٠ كم فى زمن مقداره $\frac{١٠٠}{٣٠٠٠٠٠}$ أى $\frac{١}{٣٠٠٠}$ ثانية ، أما الصوت فيقطع مسافة الـ ١٠ متر فى زمن مقداره $\frac{١٠}{٣٤٠}$ أى $\frac{١}{٣٤}$ ثانية ، ويتضح من هذا أن إرسال الصوت بواسطة الراديو يحتاج إلى زمن يقل بمائة مرة تقريبًا عن الزمن اللازم لبثه عبر الهواء !

المسألة الثانية : عندما يبطئ الصوت خطاه !

المعلم : ماذا تعتقدون - أعزائى التلاميذ - أنه يمكن أن يحدث إذا انتشر الصوت فى الهواء بسرعة تقل بكثير عن سرعته المعروفة وهى ٣٤٠ متر / ثانية ؟.

الفصيح : سوف تختلط الأصوات .

المعلم : نعم ، سوف يزداد عدد الانطباعات السمعية المخادعة بمقدار كبير جدًّا .

الفصيح : وضح لنا - أستاذنا - بعض هذه الانطباعات .

المعلم : لنتصور مثلًا أن الصوت يقطع فى الثانية الواحدة مسافة ٣٤٠ مم بدلًا من ٣٤٠ م ، أى يتحرك أبطأ من الشخص الماشى ، ولنتصور أننا نجلس على مقاعد الغرفة ونستمع إلى حديث صديق تعود الكلام وهو يجوب الغرفة ذهابًا وإيابا ، إن تحرك الصديق على هذا الشكل لا يؤثر فى سمعنا بتاتًا فى الظروف العادية ، أليس كذلك ؟.

الفصيح : نعم .

المعلم : ولكن عندما تقل سرعة الصوت إلى ذلك الحد ، فإننا لا نفهم تمامًا حديث هذا الصديق .

الفصيح : لماذا ؟.

المعلم : لأن الأصوات التى أصدرها فى بداية حديثه ستلحق بالأصوات الجديدة وتختلط بها مما يؤدى إلى حدوث اضطراب فى الأصوات لا يُفْهم منها شىء، ومن الطريف أنه فى اللحظات التى يقترب فيها ذلك الصديق - يا فصيح - من أحد الأشخاص الجالسين فى الغرفة فإن كلماته يسمعها هذا الشخص بترتيب معاكس ، وذلك بأن تصل فى البداية الأصوات التى أصدرها توا ، وبعد ذلك الأصوات التى أصدرها قبل ذلك بالتتابع وهلم جرّا .

الفصيح : ولكن ما السبب فى ذلك ؟

المعلم : السبب واضح ، ذلك أن الشخص المتكلم يسبق الأصوات الصادرة عنه ويبقى فى مقدمتها طوال الوقت مع استمراره فى إصدار أصوات جديدة !.

المسألة الثالثة : الغيوم الصوتية !

المعلم : هل تعلمون - أعزائى - أن الصوت يمكن أن ينعكس لاعلى العوائق الصلبة فحسب ، وإنما على بعض الأشياء الرقيقة الناعمة أيضًا كالغيوم ؟!. وعلاوة

على ذلك ، فإن الهواء الرقيق تمامًا يمكن ، عند توفر ظروف معينة ، أن يعكس الموجات الصوتية .

الفصيح : مثل ماذا هذه الظروف ؟.

المعلم : عندما يختلف الهواء الرقيق ، لسبب ما ، عن كتلة الهواء الباقية من حيث قابليته لتوصيل الصوت .

الفصيح : وماذا يحدث فى هذه الحالة ؟

المعلم : تحدث ظاهرة شبيهة بما يسمى فى علم البصريات بـ « الانعكاس الكلى » . إن الصوت ينعكس على حاجز غير مرئى ، ونسمع صدى محيرًا من جهة غير معلومة .

الفصيح : كيف ينعكس الصوت على حاجز غير مرئى ؟ هل أثبت أحد هذه الظاهرة بتجربة عملية ؟.

المعلم : لقد اكتشف العالم « تندال » هذه الحقيقة المدهشة صدفة عندما كان يجرى بعض تجاربه على الإشارات الصوتية عند ساحل البحر ، وقد كتب العالم فى هذا الصدد يقول : « لقد تكون الصدى من انعكاس الصوت على (سطح) الهواء الشفاف تمامًا ، وقد وصلنا الصدى بطريقة سحرية من غيوم صوتية غير مرئية » وقد أطلق تندال اسم الغيوم الصوتية على بعض طبقات الهواء الشفافة التى تجبر الصوت على الانعكاس وإحداث « صدى من الهواء » .

المعلم : يقول تندال « إن الغيوم الصوتية تسبح فى الهواء باستمرار وليس لهذه الغيوم أية علاقة مطلقًا بالغيوم العادية أو بالضباب أو بالسيديم ، ويمكن أن يكون أصفى جو مليئًا بهذه الغيوم ، وبهذا الشكل يمكن أن تتكون الأصداء الهوائية (الجوية) ، وعلى الرغم من الفكرة السائدة ، فإن هذه الأصداء يمكن أن تحدث عندما يكون الجو صافيًا جدًا ، وقد ثبت وجود مثل هذه الأصداء الهوائية بناءً على نتائج الملاحظات والتجارب ، ويمكن أن تنتج هذه الأصداء عن تيارات الهواء المتفاوتة التسخين أو التى تحتوى على كمية مختلفة من البخار ، وفوق ذلك – يا فصيح – فإن وجود الغيوم الصوتية غير الشفافة بالنسبة للصوت يفسر لنا بعض الظواهر المحيرة التى نلاحظها أحيانًا فى أوقات الحروب .

الفصيح : مثل ماذا ؟

المعلم : مثل أن ينقل الهواء أصوات قصف المدفعية فى بعض الأيام ولا ينقلها فى أيام أخر .

الفصيح : وقد حدث ذلك بالفعل ؟

المعلم : حدث فى الحرب بين فرنسا وبروسيا عام ١٨٧١ ، كما تكرر حدوث مثل هذه الظاهرة أثناء الحرب العالمية الأولى التى وقعت فى الفترة ما بين عامى ١٩١٤ - ١٩١٨ .

برق ... للبيع !

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « الطاقة الكهربية » وأثناء شرحه للدرس أراد أن يثير مع تلاميذه المسألتين الطريفتين التاليتين :

المسألة الأولى : أسرع من البرق

المعلم : هل حدث أن شاهد أحدكم - أعزائى التلاميذ - منظر الشوارع الزاخرة بالحركة كما تبدو تحت ضوء البرق المتقطع أثناء حدوث العواصف الرعدية ؟.

الفصيح : نعم شاهدت .

المعلم : ألم يلفت نظرك شىء ما ؟

الفصيح : لقد لفت نظرى ظاهرة غريبة عند وميض البرق ، وهى أن الشارع الذى كان قبل برهة يزخر بالحركة أصبح فى لحظات الوميض خاليًا من الحركة تمامًا .

المعلم : هل تعرف لهذه الظاهرة تفسيرًا ؟

الفصيح : لا . لقد أدهشتنى وحيَّرتنى وهذه فرصة سانحة لأن أعرف تفسيرها .

المعلم : إن سبب توقف الحركة الظاهر يتلخص فى ضآلة الوقت الذى يستغرقه حدوث البرق ، إذ أن الوقت الذى يستغرقه حدوث البرق ، كأى شرارة كهربية أخرى ، ضئيل للغاية بحيث لا يمكن قياسه بالأجهزة العادية .

الفصيح : وهل تمكن العلماء ، ولو بطرق غير مباشرة ، من تحديد الوقت الذى يستغرقه حدوث البرق ؟

المعلم : يتراوح ذلك الوقت بين ٠٠١, - ٠٢, ثانية ، والأشياء التى يمكنها التحرك بصورة ملحوظة خلال تلك الفترات الزمنية القصيرة للغاية نادرة الوجود فى الطبيعة ، ولذلك يجب ألا نستغرب عندما نرى أن الشارع الزاخر بالحركة قد استحال عند وميض البرق إلى شارع خال تمامًا منها ، لأننا لا نحس فى هذه الحالة بالحركات التى تستغرق من الوقت ما يقل عن جزء من الف جزء من الثانية ، وكل إطار من إطارات العجلات السريعة لا يمكن أن يتحرك خلال الفترة الزمنية المذكورة إلا لمسافة جزء ضئيل من المليمتر لدرجة يمكن اعتباره بمثابة الصفر بالنسبة للعين ، أى سكون مطلق ، ومما يؤدى إلى زيادة عمق هذا الانطباع - يا فصيح - أن تأثير هذه الصورة على شبكية العين يدوم لفترة تزيد بكثير عن الفترة التى يستغرقها وميض البرق !

المسألة الثانية : كم يبلغ ثمن البرق ؟

المعلم : كم يبلغ ثمن البرق ؟

الفصيح : وهل للبرق ثمن ؟! إنه سؤال لا معنى له .

المعلم : كان البرق فى الأزمان الغابرة يعتبر شيئًا مقدسًا ، ولهذا فسؤالى كان سيعتبر فى ذلك الوقت نوعًا من التجديف فى حق العقيدة ، أما فى عصرنا هذا فقد تحوَّلت الطاقة الكهربية إلى بضاعة تقاس وتقوّم كأية بضاعة أخرى ، ولهذا فإن السؤال عن ثمن البرق ليس بعديم المعنى أبدًا .

الفصيح : وهل يمكننا حساب الطاقة الكهربية المستهلكة عند تفريغ شحنة إحدى الصواعق ؟

المعلم : يمكن ، ومن ثم يمكننا تقدير ثمن الطاقة الكهربية المستهلكة بموجب تسعيرة الإضاءة الكهربية .

الفصيح : كيف ؟.

المعلم : يقدر جهد تفريغ شحنة الصاعقة ، حسبما تشير إليه أحدث المعطيات ، بخمسين مليون فولت ، كما تقدر شدة التيار القصوى فى هذه الحالة بـ ٢٠٠ ألف أمبير[١] ونحصل على القدرة مقاسة بالواطات بضرب عدد الفولتات × عدد

---

(١) تحدد شدة التيار بدرجة تمغنط قضيب من الفولاذ عندما يمر فى ملفه التيار الكهربى الناتج من اصطدام الصاعقة بموصل الصواعق .

الأمبيرات ، ولكن عند القيام بذلك يجب أن نأخذ فى الاعتبار هبوط الجهد إلى الصفر أثناء عملية تفريغ الشحنة ، ولذلك يجب عند القيام بحساب القدرة الكهربية للتفريغ أخذ متوسط الجهد ، أو بعبارة أخرى أخذ نصف الجهد الابتدائى ، وهكذا نحصل على قدرة تفريغ تساوى :

$$\frac{٥٠٠٠٠٠٠٠ \times ٢٠٠٠٠٠}{٢} = ٥٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ \text{ واط} = ٥ \text{ مليارات كيلو واط}$$

وبالحصول على هذا العدد الكبير من الأصفار ، لعلك تتوقع - يا فصيح - أن يكون ثمن البرق طبقًا لذلك باهظًا جدًّا .

الفصيح : ولكن للحصول على الطاقة مقاسة بالكيلو واط / ساعة ، أعتقد أنه لابد من أخذ الفترة الزمنية فى الاعتبار ؟

المعلم : هذا ضرورى ، ويستغرق تفريغ شحنة الصاعقة حوالى جزء من ألف جزء من الثانية (٠٠١, ثانية) ، وخلال هذه الفترة الزمنية القصيرة يصل مقدار الطاقة الكهربية المستهلكة إلى : $\frac{٥٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠}{٣٦٠٠٠٠٠٠}$ كيلو واط / ساعة ، أى حوالى ١٤٠٠ كيلو واط / ساعة ، ولما كان متوسط سعر الكيلو واط / ساعة = ٢٥ مليمًا حسب تسعيرة الإضاءة الكهربية فى مصر ، فإنه يمكننا حساب ثمن البرق كما يلى : ١٤٠٠ × ٢٥ = ٣٥٠٠٠ مليمًا = ٣٥ جنيهًا .

الفصيح : إن هذه نتيجة مدهشة لا شك فالبرق الذى تزيد طاقته بمائة مرة على قذيفة المدفع الثقيل لا يساوى - تبعًا لحسابات مؤسسة الكهرباء - سوى ٣٥ جنيهًا مصريًا فقط !!

أنت المسئول ... أيها القصور الذاتى !

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « القصور الذاتى » .. وبعد أن شرحه شرحًا وافيًا ، بدا للفصيح - بعد اتفاقه مع المعلم على مواصلة النقاش حول هذا الموضوع فى حصة مقبلة - أن يثير المسائل الثلاث الطريفة التالية :

المسألة الأولى : أرخص طريقة للسياحة !

الفصيح : لقد قرأت أن أحد علماء الفيزيقا الفرنسيين قد روى حادثة عجيبة يتصور أنها حدثت له .

المعلم : قصها يا فصيح .

الفصيح : ذات مرة ، عندما كان يقوم العالم بإجراء تجاربه وجد نفسه يرتفع عاليًا فى الجو مع كافة أدواته وأجهزته بطريقة لا يكاد يدركها العقل ، ولما تمكن من الهبوط إلى الأرض مرة أخرى بعد مضى عدة ساعات أصيب بدهشة بالغة .

المعلم : لِمَ ؟.

الفصيح : لم يجد العالم نفسه على أرض وطنه فرنسا ولا حتى على أية أرض أوروبية ، وإنما وجد نفسه على أرض أمريكا الشمالية !

المعلم : كيف ؟!

الفصيح : عندما كان العالم محلقًا فى الفضاء بعيدًا عن سطح الأرض ، كانت الأرض مستمرة فى دورانها نحو الشرق كالمعتاد ، ولهذا السبب بالذات وجد عند هبوطه أن الأرض التى تحت قدميه ليست فرنسا وإنما أمريكا الشمالية !.

المعلم : وما تعليقك أنت يا فصيح على هذه الرواية ؟.

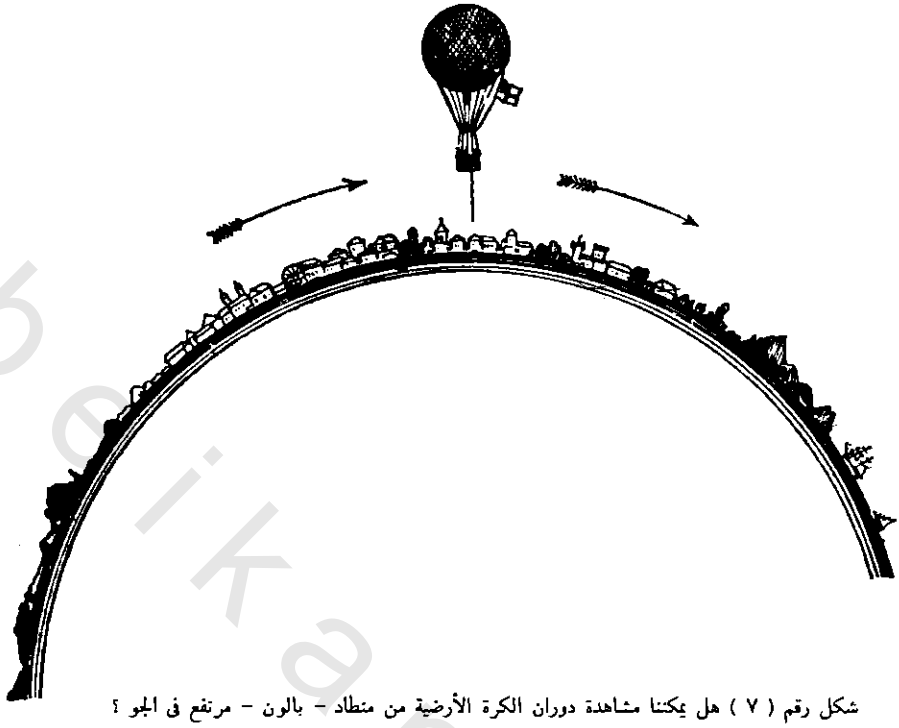
الفصيح : أرى - أستاذى - أن هذه الطريقة التى تحدث عنها العالم هى أرخص طرق السياحة وأفضلها !. إذ كل ما تحتاجه هو التحليق فوق سطح الأرض والبقاء فى الجو ولو لدقائق قليلة وسوف نجد بعد هبوطنا أننا فى مكان مختلف تمامًا عن المكان الأول وبعيدًا عنه فى اتجاه الغرب ، وعوضًا عن السفر المتعب عبر الأراضى والمحيطات ، يمكن التعلق بسكون فوق الأرض والانتظار قليلاً حتى تضع الأرض المكان المطلوب تحت قدمى المسافر ! (الشكل رقم ٧) .

المعلم : لقد أسرفت فى وهمك يا فصيح .

الفصيح : لِمَ ؟!

المعلم : للأسف ليست هذه الطريقة المدهشة سوى محض أحلام .

الفصيح : وماذا فى هذا ؟ إن لمن الأحلام ما يتحقق ، لقد كان كل اكتشاف علمى فى مهده حلمًا فأضحى خاطرًا فاحتمالاً ثم أصبح حقيقة لا خيالا .



شكل رقم (٧) هل يمكننا مشاهدة دوران الكرة الأرضية من منطاد - بالون - مرتفع فى الجو ؟
(بغض النظر عن مقياس الرسم)

المعلم : ولكن هذا الحلم بالذات لن يتحقق .

الفصيح : لِمَ ؟

المعلم : قبل كل شيء ، إننا عندما نرتفع فى الهواء لا نكون فى الواقع منفصلين عن الأرض بعد ، لأننا نبقى مرتبطين بغلافها الغازى ومعلقين بجوها الذى يساهم بدوره فى حركة دوران الأرض حول محورها ، إن الهواء ، وعلى الأخص طبقاته السفلى الأكثر كثافة ، يدور مع الأرض ويجعل كافة الأشياء الواقعة ضمنه ، مثل الغيوم والطائرات والطيور والحشرات الطائرة وغيرها ، تدور هى الأخرى مع الأرض .

الفصيح : وماذا لو كان الهواء لا يشارك الأرض فى دورانها ؟

المعلم : لكنا نشعر عند وقوفنا على الأرض برياح عاتية تكون أقوى العواصف الهوجاء بالنسبة إليها بمثابة نسمات خفيفة[1] .

---

(١) تبلغ سرعة العاصفة الهوجاء ٤٠ م / ث (١٤٤ كم / ساعة) .

الفصيح : وهل يختلف الأمر في حالة ما إذا كنا نقف فى مكاننا والهواء يتحرك بقربنا عما إذا كان الهواء ساكنًا وكنا نتحرك فيه ؟ .

المعلم : لا يختلف الأمر أبدا ، لأننا فى كلتا الحالتين نشعر بنفس قوة الرياح . إن راكب السيارة المنطلق بسرعة ١٠٠ كم / ساعة يشعر برياح قوية جدًا حتى عندما يكون الجو هادئًا تمامًا .

المعلم : حتى فى هذه الحالة ، فإننا لن نستطيع استخدام تلك الطريقة السياحية الرخيصة التى أشرت إليها .

الفصيح : ولِمَ ذلك أيضا ؟

المعلم : عندما نبتعد عن سطح الأرض الدوارة ، فإننا بدافع القصور الذاتى نستمر فى حركتنا بنفس السرعة السابقة .

الفصيح : تقصد نفس السرعة التى تدور بها الأرض الواقعة تحتنا ؟.

المعلم : نعم . وحينما نهبط إلى الأرض ثانية نجد أنفسنا فى نفس المكان الذى كنا قد انفصلنا عنه سابقًا ، وهذه الحالة مشابهة تمامًا لتلك الحالة التى نقوم فيها بقفزة داخل عربة قطار متحرك ، حيث نقع على أرض العربة فى نفس المكان الذى قفزنا منه ، ولكننا فى الواقع سنتحرك إلى الأمام بدافع القصور الذاتى (على المماس) ، أما الأرض الواقعة تحتنا فستتحرك على القوس ، ولكن عندما تكون الفترات الزمنية قصيرة ، لا يصبح لهذا الأمر أى تأثير يذكر على جوهر المسألة .

المسألة الثانية : عندما تُضرب الأرض عن الدوران !

الفصيح : ماذا يحدث – أستاذى – لو توقفت الأرض عن الدوران فجأة ؟.

المعلم : شيء خطير ، لم تبق هناك منازل ولا أشجار ولا أية كائنات حية ، وكل ما يبقى عبارة عن أنقاض وشظايا متناثره هنا وهناك لا تكاد ترى بالعين إلا بصعوبة وسط عاصفة شاملة من الغبار .

الفصيح : وما المسئول عن ذلك ؟

المعلم : القصور الذاتى الذى يعمل عند التوقف الفجائى للحركة الدورانية على إلقاء كافة الأشياء الموجودة على سطح الأرض بعيدًا عن ذلك السطح ، ولهذا السبب بالذات تنفصل كل الأشياء الوثيقة الاتصال بكتلة الأرض الأساسية وتطير

بسرعة الرصاصة على خط مماس لسطح الأرض ، وبعد ذلك تسقط تلك الأشياء جميعها على سطح الأرض وتتحطم .

المسألة الثالثة : رسالة من فوق السحاب

الفصيح : لقد خطر لى خاطر .

المعلم : ما هو ؟

الفصيح : إذا كنت راكبًا طائرة تحلق فوق الأرض بسرعة كبيرة ، وأعرف المواقع التى تحلق فوقها الطائرة ، ورغبت فى إهداء صديق لى تحية ، فلماذا لا أنتظر حتى تكون الطائرة فوق منزله تمامًا ثم أكتب التحية المطلوبة على ورقة أربطها بثقل ، وعندما تحين اللحظة التى يصبح فيها منزل صديقى واقعًا تحتى بالضبط ، أرمى الثقل لتسقط الرسالة فى حديقة منزله تمامًا ؟

المعلم : على رسلك يا فصيح إن الثقل لا يسقط فى ذلك المكان مطلقًا بالرغم من وقوع حديقة منزل صديقك تحتك تمامًا !.

الفصيح : كيف هذا ؟ إن حديقة المنزل أراها تحتى بالضبط وسوف ألقى بالثقل مصوبًا نحوها ، فما المانع إذن من وصوله إليها ؟!

المعلم : إن تتبعت سقوط الثقل من الطائرة لرأيت ظاهرة غريبة .

الفصيح : ما هى ؟

المعلم : إن الثقل سوف يسقط إلى أسفل ولكنه فى نفس الوقت يحافظ على وجوده تحت الطائرة ، كما لو كان يتزلق على خيط خفى مربوط بالطائرة ، وعندما يصل الثقل إلى الأرض ، سترى أن مكان سقوطه يقع إلى الأمام من منزل صديقك بمسافة كبيرة .

الفصيح : ولكن ما المسئول ؟

المعلم : القصور الذاتى .

الفصيح : أستاذى ، أريد إيضاحًا .

المعلم : حينما كان الثقل موجودًا فى داخل الطائرة ، كان يتحرك معها تمامًا ، ولكنه عندما انفصل عنها وأخذ يسقط إلى أسفل لم يفقد سرعته الابتدائية ، وإنما يتابع الحركة فى الهواء أثناء سقوطه فى نفس الاتجاه السابق ، ثم تجمع كلتا الحركتين

العمودية والأفقية ، ونتيجة لذلك يسقط الثقل إلى أسفل بخط منحن (شكل رقم ٨) مع بقائه طوال الوقت تحت الطائرة .

الفصيح : هذا طبعًا إذا لم تغير الطائرة اتجاهها وسرعة طيرانها .

المعلم : نعم . وفى الواقع مثلما يطير الجسم المقذوف أفقيًا كالرصاصة المنطلقة من بندقية مصوبة فى اتجاه أفقى ، يكون مسار الجسم على هيئة قوس يبدأ من نقطة الانطلاق وينتهى أخيرًا فى نقطة على الأرض .

الفصيح : وهل لمقاومة الهواء دور فى هذا الموضوع ؟

المعلم :إن كل ما ذكرناه كان من الممكن اعتباره صحيحًا تمامًا لولا وجود مقاومة الهواء .

الفصيح : معنى ذلك أن لمقاومة الهواء دورًا ؟

المعلم : إن هذه المقاومة فى الواقع تكبح كلتا الحركتين العمودية والأفقية للثقل ، ونتيجة لذلك لا يستمر الثقل فى البقاء تحت الطائرة تمامًا بل يتأخر عنها قليلاً .

الفصيح : وهل يتأثر الانحراف عن الخط العمودى إذا كانت الطائرة تطير بسرعة كبيرة على ارتفاع شاهق ؟

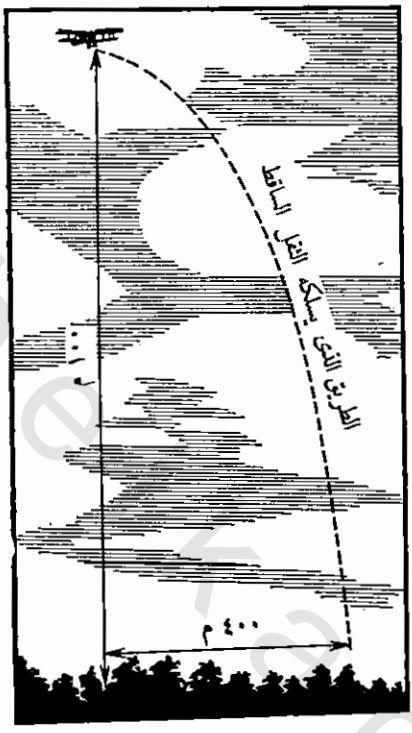
المعلم : إذا كان الجو هادئًا ، والطائرة تطير بسرعة كبيرة وعلى ارتفاع شاهق ، فإن الثقل الساقط من طائرة تحلق على ارتفاع ١٠٠٠ متر بسرعة قدرها ١٠٠ كم / ساعة يقع على الأرض فى نقطة تبعد إلى الأمام بمسافة ٤٠٠ متر عن نقطة الأرض الواقعة عموديًا تحت الطائرة ، انظر - يا فصيح - الشكل رقم (٨) .

الفصيح : معنى هذا أنه يمكننا حساب المسافة الأفقية التى يبتعد بها الثقل الساقط عن النقطة المراد سقوطه فيها رياضيًا ؟

المعلم : إذا أهملنا مقاومة الهواء ، فإنه يمكننا حساب المسافة المقطوعة عندما تكون حركة الجسم منتظمة التسارع ، من المعادلة : م = $\frac{ج\ ن^{٢}}{٢}$

الفصيح : وإلى أى شىء تشير هذه الرموز ؟

المعلم : م = المسافة المقطوعة بالأمتار ، ج = تسارع الجاذبية ، ن = الزمن



شكل رقم (٨) إن الثقل المرمى من الطائرة ، لا يسقط على الأرض بصورة عمودية ، ولكنه يسقط بخط منحن

بالثوانى ، ومن المعادلة السابقة نستنتج أن : ن = $\frac{٢ م}{ج ف}$

الفصيح : وماذا يعنى هذا ؟.

المعلم : يعنى أن الزمن اللازم لسقوط الحجر من ارتفاع ١٠٠٠م = $\frac{٢ \times ١٠٠٠}{٩,٨ ف}$ = ١٤ ثانية. وخلال هذه الفترة الزمنية يقطع الحجر مسافة أفقية = $\frac{١٤ \times ١٠٠٠٠٠}{٣٦٠}$ = ٣٩٠ م

الفصيح : ولكن هناك مسألة أخرى ...

المعلم : ألا يكفيك ما تقدم حول القصور الذاتى يا فصيح ؟!

العتب ... على النظر !

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « الإبصار فى الإنسان » . وبعد أن شرح تركيب العين وكيف تقوم بعملها وبين ملاءمتها لعملية الإبصار ، سأله الفصيح :

غالبًا ما نتحدث عن « خداع البصر » فهل لك ـ أستاذى ـ من إلقاء الضوء على ذلك النوع من الخداع ؟

المعلم : فى الحقيقة ، إن أكثر حالات خداع البصر تعتمد كليا على أننا لا نكتفى بالنظر إلى الأشياء فقط ، بل نحكم عليها بلا وعى ، وهكذا ندفع أنفسنا إلى ارتكاب الخطأ بصورة لا إرادية .

الفصيح : زدنا ايضاحًا .

المعلم : لنتناول أحد الأمثلة المعروفة لخداع البصر ، تأمل الرسم الأيسر من الشكل رقم (٩) ، هل يبدو أضيق من الرسم الأيمن فى نفس الشكل أم أوسع ؟.

الفصيح : بل أضيق ، إنه يبدو كذلك بوضوح .

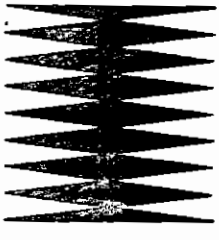
المعلم : نعم هكذا يبدو ، مع أن الرسمين قد حددا بمربعين متساويين تمامًا .

الفصيح : شىء عجيب ! إن الرسم الأيسر يبدو بالتأكيد أضيق من نظيره الأيمن ، ومع ذلك فالرسمان متساويان تمامًا ، فما السبب فى ذلك ؟!

المعلم : يعود السبب إلى أن تقديرنا لارتفاع الرسم الأيمن يأتى نتيجة لجمع المسافات البينية المختلفة بلا وعى ، ولذلك يبدو لنا ذلك الارتفاع وكأنه أكبر من عرض نفس الرسم الذى يساويه تمامًا ، وعلى العكس من ذلك ، ففى الرسم الأيمن من الشكل نفسه يبدو لنا بأن العرض أكبر من الارتفاع ، وذلك نتيجة لنفس الحكم غير الواعى .

الفصيح : وأعتقد أنه لنفس السبب بالذات يبدو لنا ـ ظاهريًا ـ أن ارتفاع الرسم المبين فى الشكل رقم (١٠) أكبر من عرضه .

شكل رقم (٩) أى الرسمين أعرض من الآخر ، الأيمن أم الأيسر ؟



شكل رقم (١٠) أيهما أكبر من الآخر ، ارتفاع الرسم أم عرضه ؟

المعلم : نعم . ولكن انظر إلى الاهليلجين (القطعين الناقصين) المبينين فى الشكل رقم (١١) ، أى منهما أكبر من الآخر : السفلى أم العلوى الداخلى ؟.

الفصيح : وهل هذه تحتاج لفراسة ! إن القطع الناقص السفلى هو الأكبر بالتأكيد .

المعلم : كلا يافصيح ، إن كلا القطعين الناقصين متساويان تمامًا .

الفصيح : مدهش ! وما السبب ؟

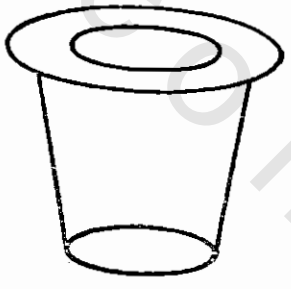
المعلم : إن وجود القطع الناقص الخارجى المحيط بالقطع الناقص العلوى الداخلى يولد انطباعًا لدى الناظر بأن القطع الناقص العلوى الداخلى هو أصغر من القطع الناقص السفلى ، ومما يزيد فى قوة هذا التخيل عدم ظهور الشكل بأجمعه بصورة مسطحة وظهوره بصورة مجسمة على هيئة سطل ، وتتحول الإهليلجات فى نظرنا ـ بصورة لا إرادية ـ إلى دوائر مضغوطة بشكل مجسم ، أما الخطان الجانبيان المستقيمان فيتحولان إلى جدران السطل .

الفصيح : وماذا عن الشكل رقم (١٢) ؟

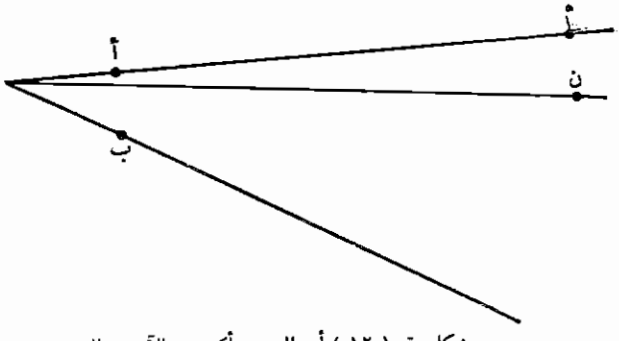
المعلم : أى البعدين أكبر من الآخر ، البعد أ ب أم البعد م ن ؟.

الفصيح : هذه المرة سأقول متساويان ، رغم اقتناعى الكامل بأن المسافة الموجودة بين النقطتين أ ب تبدو للعين أكبر من المسافة الموجودة بين النقطتين م ن .

المعلم : هذا حق ، فوجود الخط المستقيم الثالث الممتد من نفس النقطة الواحدة يساعد على تقوية خداع البصر .



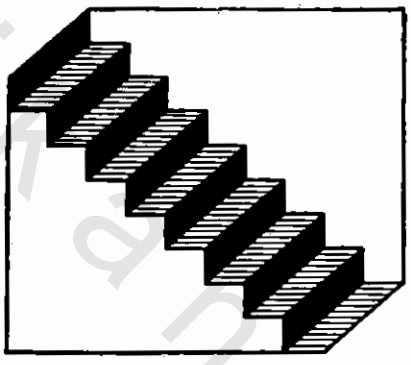
شكل رقم (١١) أى الاهليلجين أكبر من الآخر : السفلى أم العلوى الداخلى ؟



شكل رقم (١٢) أى البعدين أكبر من الآخر ، البعد أ ب أم البعد م ن ؟

الفصيح : وهل هناك من تفسير علمى لعملية خداع البصر هذه ؟.

المعلم : إن أكثر حالات خداع البصر تعتمد ـ كما قدمنا ـ على أننا لانكتفى بالنظر فحسب ، بل نحكم على الأشياء المنظورة فى نفس الوقت بلا وعى ، ويؤكد علماء الفسيولوجيا « بأننا لا ننظر إلى الأشياء بأعيننا ولكن بعقولنا » . ولعلك تتفق معى يافصيح ـ فى هذا الرأى إذا ما شاهدت بعض الصور التى تجعل مخيلتك تشترك فى عملية الإبصار بوعى تام ، انظر إلى الشكل رقم (١٣) ، واعرضه على عدد من زملائك وسلهم عما يرونه فيه .



شكل رقم (١٣) ما الذى يراه القارئ فى هذا الشكل ، هل هو سلم أم تجويف أم شريط منثنى على هيئة أكورديون ؟!

الفصيح : لقد حصلت على ثلاثة أنواع من الأجوبة المختلفة ، إذ قال البعض بأن الشكل المذكور يمثل سلمًا، وقال البعض الثانى أنه يمثل تجويفًا فى الجدار ، أما البعض الثالث فقال إنهم يرون فيه شريطًا ورقيا مثنيًا على هيئة أكورديون وممتدًا عبر مربع أبيض لصورة مائلة .

المعلم : من الغريب جدًا أن تعلم ـ يافصيح ـ أن الأجوبة الثلاثة كلها صحيحة !. وباستطاعتك أن ترى بنفسك الأشياء الثلاثة التى قلت عنها أنت وزملاؤك إذا ما نظرت إلى الشكل من زواياه المختلفة ، وجه نظرتك إلى القسم الأيسر من الشكل يظهر أمامك سلم ، ثم وجهها إليه من اليمين إلى اليسار فسترى تجويفًا ، أما إذا نظرت إلى الشكل بصورة مائلة ابتداءً من الزاوية السفلى اليمنى إلى الزاوية العليا اليسرى فسترى شريطًا ورقيا مثنيًا على هيئة اكورديون .

الفصيح : وهل تتأثر رؤيتنا لمثل هذا الشكل إذا ما أطلنا النظر إليه ؟.

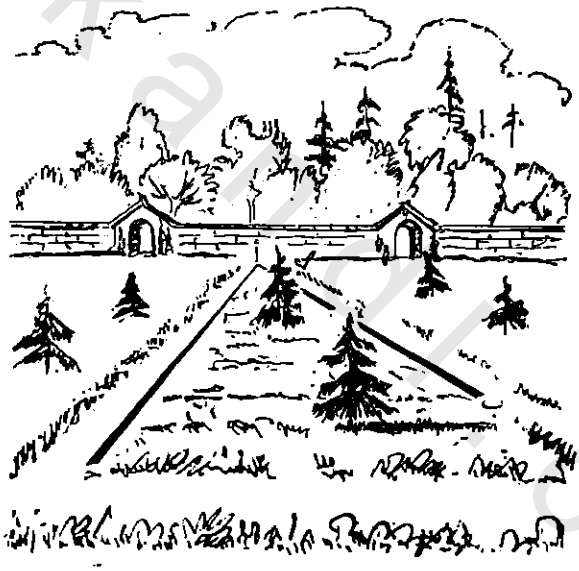
المعلم : فلتجب على هذا السؤال بنفسك يا فصيح بإطالة النظر إلى الشكل إياه .

الفصيح : حاولت .

المعلم : وماذا وجدت ؟

الفصيح : لقد ضعف انتباهى تدريجيًا وخيِّل إلى بأن الأشكال الثلاثة تتراءى أمامى فمرة أرى الشكل الأول ، وأخرى الشكل الثانى ، والثالثة أرى الشكل الثالث ، وذلك بغض النظر عن رغبتى .

المعلم : هذا حق ، ويمثل الشكل رقم (١٤) خدعة بصرية طريفة ، أى طريق أطول من الآخر الطريق ا ب أم الطريق ا حـ ؟.



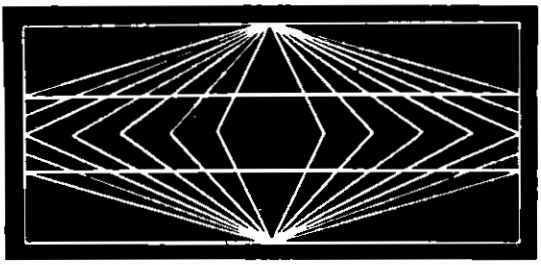
شكل رقم (١٤) أى طريق أطول من الآخر . الطريق أ ب أم الطريق أ حـ ؟

الفصيح : إنى أؤكد هذه المرة بأن المسافة أ ب أقصر من أ حـ .

المعلم : قسها يا فصيح .

الفصيح : ياله من خداع عجيب !.

المعلم : والأعجب أن تنظر للشكل رقم (١٥) ، إنه يظهر فى هذا الشكل بكل الوضوح قوسان متقابلا التحدب ، هل يشك أحد فى هذا ؟.



شكل رقم (١٥) إن الخطين الوسطيين الممتدين من اليمين إلى اليسار ، هما مستقيمان متوازيان بالرغم من مظهرهما الخارجى الذى يوحى بأنهما قوسان متقابلا التحدب ، ولكن هذه الخدعة البصرية تزول إذا قمنا بما يلى :

١ - رفع الشكل إلى مستوى العين والنظر إليه بامتداد الخطين .

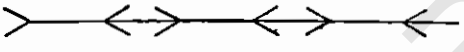
٢ - وضع رأس القلم فى نقطة ما من الشكل المذكور ، وتركيز النظر فى تلك النقطة .

الفصيح : مستحيل .

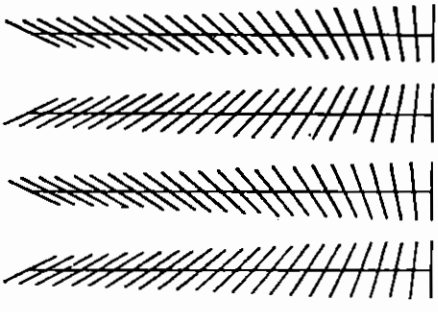
المعلم : ضع المسطرة على هذين القوسين الموهومين أو انظر إليهما طوليًا مع رفع الشكل إلى مستوى النظر .

الفصيح : شيء لا يصدق ، إنهما مستقيمان !

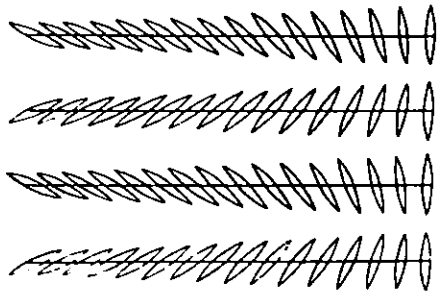
المعلم : وإليك يا فصيح بعض الأنواع الأخرى من خداع البصر ، إن من ينظر إلى المستقيم المبين فى الشكل رقم (١٦) يتصور أن أقسامه الستة غير متساوية ، ولكن بقياس أطوال هذه الأقسام نجد أنها متساوية تمامًا ، كذلك فإن الخطوط المستقيمة المتوازية الأربعة المبينة فى الشكلين رقمى (١٧) و (١٨) تبدو غير متوازية بالنسبة للعين ، والدائرة المبينة فى الشكل رقم (١٩) تبدو وكأنها بيضاوية .



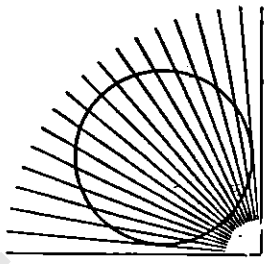
شكل رقم (١٦) هل أن هذا الخط المستقيم مقسم إلى ستة أقسام متساوية ؟



شكل رقم (١٧) إن الخطوط المستقيمة المتوازية ، تبدو وكأنها غير متوازية



شكل رقم (١٨) نموذج آخر من الخدع البصرية



شكل رقم (١٩) أهذه دائرة أم لا ؟

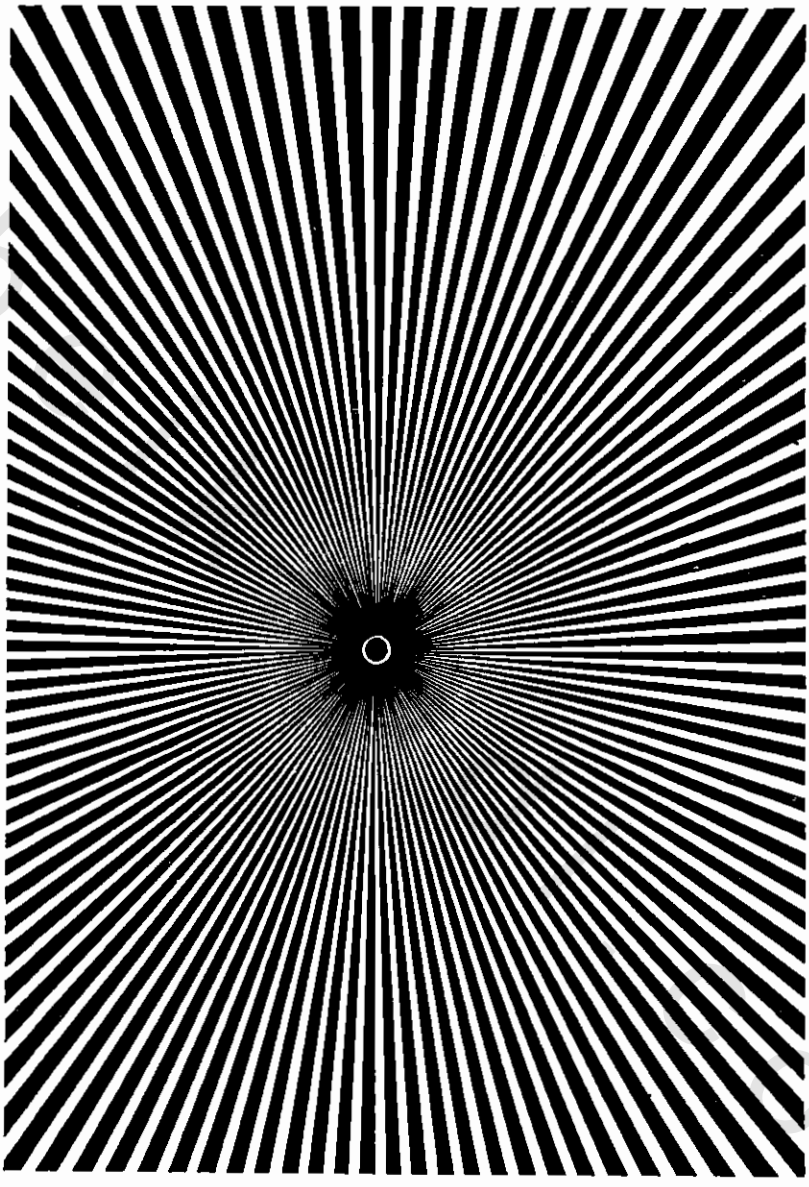
الفصيح : هلا يمكن التغلب على خداع البصر هذا ؟.

المعلم : من المدهش أن نلاحظ أن الخدع البصرية المبينة فى الأشكال أرقام (١٦) و (١٧) و (١٨) تفقد مفعولها إذا نظرنا إليها على ضوء شرارة كهربية .

الفصيح : وعلى ماذا يدل هذا ؟

المعلم : يدل على أن سر هذه الخدع يكمن فى حركة العين ، وذلك لأن الوقت القصير جدًّا الذى يستغرقه وميض الشرارة الكهربية لا يسمح بحدوث مثل هذه الحركة ، وهذه خدعة بصرية أخرى لاتقل طرافة عن الخدع السابقة ، أى الخطوط الموجودة فى الشكل رقم (٢٠) أطول من الأخرى ، الخطوط الواقعة إلى اليسار أم الخطوط الواقعة إلى اليمين ؟ كذلك انظر إلى الشكل رقم (٢١) ما الذى يجعلك ترى الخطوط فيه تتحرك ؟.

شكل رقم (٢٠) الخدعة البصرية المسماة بـ « خدعة الفليون » . إن الخطوط اليمنى تبدو فى الشكل وكأنها أقصر من الخطوط اليسرى المساوية لها فى الطول



شكل رقم (٢١) هذه الصورة تسبب خداع البصر لأنها تجعلك
ترى الخطوط تتحرك

الفصيح : لقد حار عقلى فى هذه الخدع البصرية .
المعلم : كلاَّ لم يحر عقلك ، وإنما العتب على النظر يا فصيح !

بئر ... ما لها قرار !

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « الجاذبية الأرضية » وبعد أن شرح الدرس شرحًا وافيًا ، أراد أن يناقش مع تلاميذه إحدى المسائل الطريفة .

المعلم : من المعروف أن أعمق بئر لا تمتد فى باطن الأرض إلى أكثر من ٧,٥ كم ، ولكن لنفترض أن هناك بئرًا تمتد بطول محور الأرض ، أى من قطب إلى آخر (نصف قطر الكرة الأرضية ٦٤٠٠ كم) ، وأن هناك شخصًا قد سقط فى هذه البئر التى ليس لها قرار ، فماذا يمكن أن يحدث لهذا الشخص إذا ما تجاهلنا مقاومة الهواء ؟

الفصيح : إنه سوف يصطدم بالقاع ويتهشم .

المعلم : قلنا إن البئر ليس لها قاع يا فصيح ، فأين سيستقر إذن ؟.

الفصيح : فى مركز الأرض .

المعلم : لا ، ذلك لأنه عند وصوله إلى المركز تكون سرعة سقوطه قد بلغت حدًّا كبيرًا جدًّا (٨ كم / ث) ، مما يجعل وقوفه فى تلك النقطة أمرًا مستحيلاً .

الفصيح : لا يصطدم بالقاع ، ولا يستقر فى المركز ، فماذا إذن ؟!!

المعلم : سوف يستمر فى سقوطه إلى أسفل مع تخفيف سرعة السقوط تدريجيًا إلى أن يصل إلى مستوى حافات فتحة البئر المقابلة ، وهنا يجب أن يتشبث قويًا . بحافة البئر وإلا سقط فيها مرة ثانية وعاد أدراجه إلى الفتحة الأولى .

شكل رقم (٢٢) هل يمكننا أن نحفر فى هذا الموضع بئرًا تخترق الكرة الأرضية على امتداد قطرها ؟

الفصيح : وإذا لم يستطع أن يتشبث هذه المرة بشيء ما ؟!

المعلم : سوف يعاود السقوط ثانية ، ويبقى على هذه الحالة من الذهاب والإياب .

الفصيح : إلى ما لانهاية ؟

المعلم : إلى ما لانهاية ؟ وهذا هو نفس الشيء الذى تؤكده قوانين الميكانيكا القائلة بأن الجسم فى هذه الحالة ، عند إهمال مقاومة الهواء فى داخل البئر ، يجب أن يتأرجح بين الفتحتين باستمرار ، انظر الشكل رقم (٢٣) .

الفصيح : ولكن ما هى المدة التى تستغرقها عملية السقوط ذهابًا وايابا ؟.

المعلم : حوالى الساعة والنصف ، وعلى وجه التدقيق ٨٤ دقيقة و ٢٤ ثانية .

الفصيح : هذا لو حفرت البئر بامتداد محور الأرض ، أى من قطب إلى قطب ، ولكن ماذا لو كانت الفتحتان واقعتين فى مستوى محيط الأرض ؟.

المعلم : يمكننا فى هذه الحالة أن نمسك الشخص الساقط فى البئر من يده عند خروجه من الفتحة المقابلة حيث تكون سرعته مساوية للصفر .

الفصيح : وهل يمكن عمل ذلك أيضًا بالنسبة للحالة الأولى ؟

المعلم : يجب أن نحذر من مسك يد الشخص لأنه يتحرك بسرعة كبيرة جدًّا .

الفصيح : ذلك كله على افتراض تجاهل مقاومة الهواء ، فماذا عند أخذ مقاومة الهواء فى الاعتبار .

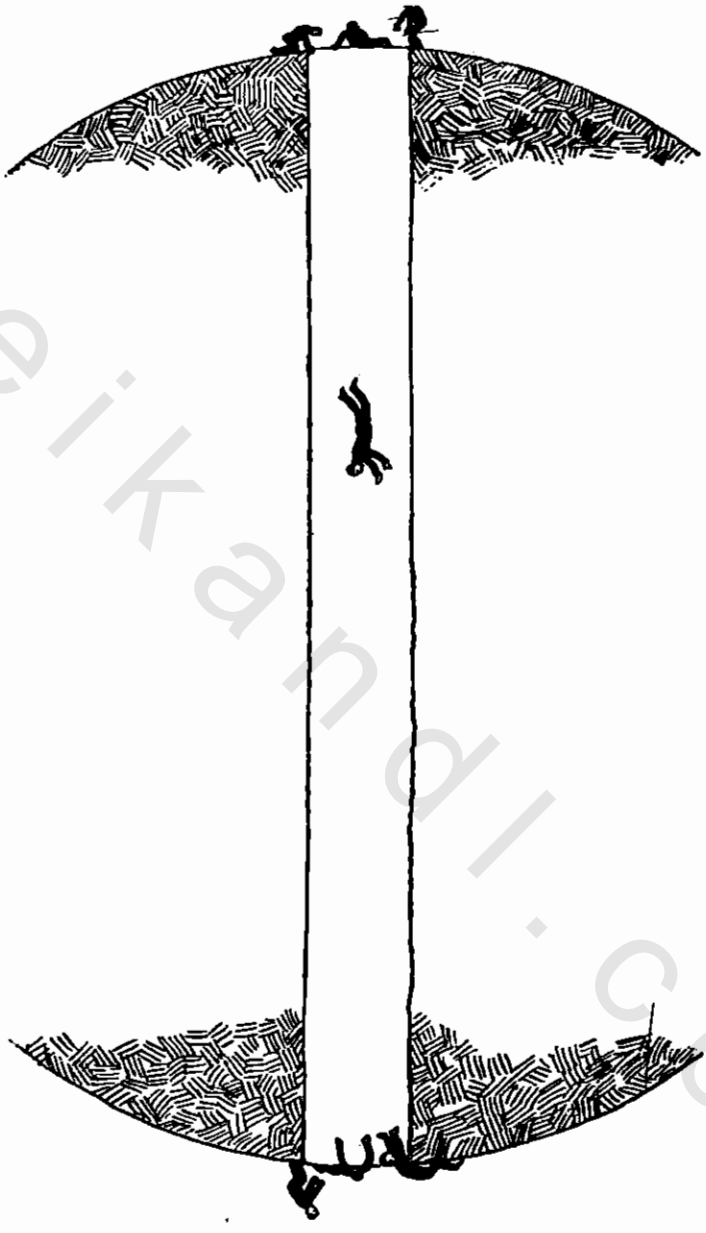
المعلم : هذا أمر متروك لتصورك يا فصيح[1].

البطيخة ... القنبلة !!

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « الطاقة الحركية » ، وبعد أن شرح الدرس شرحًا وافيًا ، بادر تلاميذه بقوله : بيدك تستطيع أن تمسك بالرصاصة المنطلقة !.

وهنا تعالت همهمات التلاميذ ، وأناب عنهم ـ كالعادة ـ فى التعبير عن دهشتهم واستغرابهم ، الفصيح الذى قال : إن هذا أمرًا يخرج عن نطاق المعقول .

(١) عند وجود مقاومة الهواء ، فإن التأرجح سيهدأ بالتدريج ، وينتهى الأمر بتوقف الجسم عند مركز الأرض .



شكل رقم (٢٣) إذا سقط الإنسان فى بئر تخترق الكرة الأرضية وتمر من مركزها فسوف يتأرجح فى داخل البئر من طرف إلى آخر بلا توقف ، وسوف يستغرق ٨٤ دقيقة لقطع المسافة بين طرفى البئر فى كل مرة

obeikandl.com

المعلم : لِمَ يا فصيح ؟

الفصيح : أولاً للسرعة المذهلة التى تنطلق بها الرصاصة ، وثانيًا لدرجة الحرارة الكبيرة الناتجة عن احتكاك القذيفة المنطلقة بالهواء ، وعندئذ أشفق التلاميذ على معلمهم المحبوب من الكلام الموضوعى الذى قاله الفصيح ورمقوه بنظرات من شفقة وعطف !

ولكن المعلم الواثق قال : علام الدهشة ، وقد حدث ذلك بالفعل لطيار فرنسى كان يحلق على ارتفاع كيلو مترين ، حيث شاهد شيئًا صغيرًا يتحرك على مقربة من وجهه ، وما كان من الطيار إلا أن التقط ذلك الشيء بيده ، ترى ما هذا الشيء الغريب ؟ هل هو حشرة ؟ هل هو طائر صغير ؟ هل هو ... هل هو ... إنه رصاصة منطلقة !

الفصيح : ومادام ذلك حدث فعلاً ؟ فما هو تفسيره العلمى ؟.

المعلم : إن الرصاصة لا تبقى دائمًا منطلقة بسرعتها الابتدائية التى تتراوح بين ٨٠٠ و ٩٠٠ متر / ث ، إذ نتيجة لمقاومة الهواء ، تقلل الرصاصة من سرعتها تدريجيًا ، وعند نهاية طريقها تهبط سرعتها إلى ٤٠ متر / ث فقط ، وبمثل هذه السرعة الأخيرة كانت تطير الطائرات فى ذلك الوقت .

الفصيح : معنى هذا أنه يمكن أن تتساوى سرعة الرصاصة المنطلقة مع سرعة الطائرة .

المعلم : نعم ، ستصبح الرصاصة بالنسبة للطيار ساكنة أو متحركة حركة بطيئة للغاية ، وسوف لا يتعرض الطيار إلى أى خطر إذا ما التقط الرصاصة بيده .

الفصيح : وماذا عن الحرارة الناجمة عن احتكاك الرصاصة بالهواء ؟ .

المعلم : لقد حمى القفاز الذى كان يرتديه الطيار يده من الحرارة الناجمة عن الاحتكاك .

الفصيح : ولكن إذا أمكن للرصاصة فى ظروف معينة أن تصبح عديمة الضرر ، فهل يمكن حدوث حالة عكسية ؟

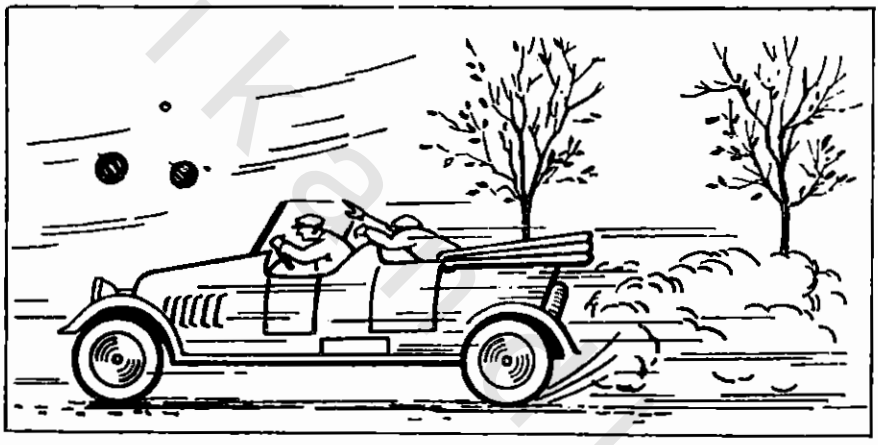
المعلم : تقصد هل يمكن أن يؤدى الجسم « الساكن » المرمى بسرعة بطيئة إلى حدوث أعمال تدميرية .

الفصيح : نعم هو ما قصدت .

المعلم : لنستمع إلى هذه القصة ، أثناء سباق السيارات الذى جرى فى عام ١٩٢٤ بين مدينتين سوفيتيتين ، رحب فلاحو القرى القوقازية بالسيارات المارة بالقرب منهم ، وعبروا عن ترحيبهم بقذف المتسابقين بالبطيخ والشمام والتفاح . وقد ظهر بعد ذلك أن تأثير تلك الهدايا البسيطة كان تأثيرا غير مستحب بالمرة ، إذ عمل البطيخ والشمام على تشويه جسم السيارة وتحطيمه ، أما التفاح فقد أصاب المتسابقين بجروح خطيرة .

الفصيح : وما السبب فى أن تلك الفاكهة الغضة تحدث كل ذلك الأثر ؟.

المعلم : لقد أضيفت سرعة السيارة إلى سرعة البطيخة أو الشمامة أو التفاحة المرمية ، وحولتها إلى قذائف خطيرة مدمرة ، انظر الشكل رقم (٢٤) .



شكل رقم (٢٤) إن تأثير البطيخة المرمية من الأمام على سيارة منطلقة بسرعة ، لا يقل عن تأثير « القذيفة »

الفصيح : وهل الطاقة الحركية للبطيخة مثلًا تقترب من الطاقة الحركية للرصاصة ؟.

المعلم : بل تماثلها ، فالطاقة الحركية للبطيخة التى تزن ٤ كجم مثلًا هى نفسها بالنسبة للرصاصة التى تزن ١٠ جم ، والتى قذفت بها السيارة المنطلقة بسرعة ١٢٠ كم / ساعة ، ولكن فى مثل هذه الظروف ، لا يمكن مقارنة التأثير الصدمى للبطيخة بتأثير الرصاصة ، لأن صلادة البطيخة أقل كثيرًا من صلادة الرصاصة . والأشد طرافة من ذلك ـ يافصيح ـ أنه مع تطور صناعة الطائرات النفاثة

السريعة تكررت حوادث تصادمها مع الطيور الكاسرة ، الأمر الذى أدى مرارًا إلى إصابة الطائرات بعطل بل وإلى سقوطها وتحطمها .

الفصيح : كيف يمكن لطائر صغير أو كبير أن يكون على هذه الدرجة من الخطورة بالنسبة لطائرة ضخمة ؟ ألا يبدو هذا غريبًا ؟!.

المعلم : لا توجد غرابة ، لأنه عندما تبلغ سرعة الطائرة حدًّا يتراوح بين ٣٠٠ و ٥٠٠ متر / ث ، يمكن لجسم الطائر أن يخترق صفائح كابينة الطيار أو زجاجها ، أما عندما يصيب منفث المحرك ، فإنه يؤدى إلى توقفه عن العمل ، وفى عام ١٩٦٤ وقعت حادثة تصادم مماثلة لأحد رواد الفضاء الأمريكيين عندما كان يتدرب على متن طائرة نفاثة ، أودت بحياته ، ومما يضاعف من خطورة التصادم أن الطيور الكاسرة لا تخاف الطائرات ولا تتنحى عنها جانبًا .

شذوذ .. مغناطيسى !

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « البوصلة : تركيبها ، واستخدامها » وأثناء الشرح أراد أن يثير مع تلاميذه المسألة الطريفة التالية :

المعلم : لقد اعتدنا على التفكير بأن أحد طرفى الإبرة المغناطيسية يشير إلى الشمال دائمًا بينما يشير الطرف الآخر إلى الجنوب ، ولكن فى أى مكان من الكرة الأرضية يشير كلًا من طرفى الإبرة المغناطيسية إلى الشمال ؟.

الفصيح : إنه سؤال غير معقول بالمرة .

المعلم : وإليك سؤالًا آخر يا فصيح ، فى أى مكان من الكرة الأرضية يشير كلًا من طرفى الإبرة المغناطيسية إلى الجنوب ؟.

الفصيح : أؤكد لك ـ أستاذى ـ أن هذين المكانين لا ولن يوجدا على سطح الكرة الأرضية .

المعلم : بل هما موجودان بكل تأكيد .

الفصيح : كيـــف ؟!

المعلم : إذا علمت أن قطبى الأرض المغناطيسيين لا ينطبقان مع قطبيها الجغرافيين ، فسوف تعرف من تلقاء نفسك عن أى مكانين من الكرة الأرضية

يجرى الحديث فى هذه المسألة أى إلى أى اتجاه ستشير إبرة البوصلة الموضوعة على القطب الجغرافى الجنوبى ؟

الفصيح : لا أستطيع أن أعرف .

المعلم : سيكون أحد طرفى الإبرة المغناطيسية متجهًا نحو أقرب قطب مغناطيسى ، وسيتجه الطرف الآخر فى الاتجاه المعاكس ، ولكن مهما كان الاتجاه الذى سنبتعد فيه عن القطب الجغرافى الجنوبى فإننا سنجد أنفسنا سائرين نحو الشمال .

الفصيح : كيف هذا ؟! إن هذا محض تصوير غير معقول .

المعلم : لا يا فصيح . والسبب بسيط وهو أنه لا يوجد أى اتجاه آخر يبدأ من القطب الجغرافى الجنوبى حيث لا يحيط به إلا الشمال ، وهذا يعنى أن كلا طرفى الإبرة المغناطيسية الموضوعة هناك سيشيران إلى الشمال .

الفصيح : وأعتقد أن نفس الشىء يحدث بالنسبة لكلا طرفى الإبرة المغناطيسية الموضوعة على القطب الجغرافى الشمالى ؟.

المعلم : نعم ، إنهما سيشيران حتمًا إلى الجنوب .

الفصيح : ياله من شذوذ مغناطيسى ! .

لو عُرف السبب ... !

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « المغناطيس الكهربى : تركيبه ، وكيفية عمله » ، وبعد الشرح قال : إن قوة المغناطيس الكهربى تستخدم أحيانًا للقيام ببعض الخدع ، ويمكن بسهولة تصور السر فى تلك الخدع التى يمكن القيام بها بمساعدة تلك القوة الخفية ، وقد لفتت هذه العبارة نظر الفصيح وذكرته بواقعة كان قد رآها وأدهشته ولم يجد لها تفسيرا ، فهبَّ واقفًا وقال : أستاذى لقد شاهدت حادثة حيرتنى ولم أجد لها تفسيرًا .

المعلم : ما هى ؟.

الفصيح : كنت أتجول ذات مرة مع بعض زملائى فى إحدى دور الملاهى ، وإذا (بالساحر) فى إحدى قاعاتها يضع على المسرح صندوقًا حديديا صغيرًا ركبت أطرافه بقلابات وله مقبض مثبت على الغطاء ، ثم دعا شخصًا قويا من المتفرجين

إلى المسرح . وقد لبى دعوته شاب قوى البنية وصعد إلى المسرح بنشاط وحيوية وهو يبتسم بتهكم ، ثم وقف بالقرب من (الساحر) حيث سأله الأخير :

ـ هل أنت قوى جدًا ؟.

ـ نعـــم .

ـ وهل أنت واثق من قوتك دائمًا ؟.

ـ دائمًا ؟.

ـ إنك مخطئ ، لأننى أستطيع فى لحظة واحدة أن أسلبك قوتك فتصبح بعدها ضعيفًا كالطفل الصغير .

ـ لا تستطيع .

ـ تفضل هنا ، وارفع هذا الصندوق .

وانحنى الشاب ورفع الصندوق ، ثم سأل (الساحر) ساخرًا : أهذا كل ما فى الأمر ؟.

فأجابه (الساحر) تمهل قليلاً . ثم تظاهر بالجد وأومأ بإشارة آمرة قال بعدها بلهجة الواثق : إنك الآن أضعف مما تتصور ، حاول أن ترفع الصندوق مرة أخرى .

وبدون أن يهتم الشاب القوى (بالساحر) حاول رفع الصندوق مرة ثانية ، ولكن الصندوق أبدى فى هذه المرة مقاومة شديدة ، وبغض النظر عن الجهود المستميتة التى بذلها الشاب ، ظل الصندوق ثابتًا وكأنه تسمَّر فى مكانه ، وحاول الشاب وحاول ولكن جهوده كلها ذهبت هباء ، وبعد أن أجهده الإعياء كف عن المحاولة .

المعلم : إن سر (السحر) الذى مارسه (الساحر) بسيط جدًا ، لقد كانت قاعدة الصندوق الحديدية موضوعة على منصة هى فى الحقيقة عبارة عن قطب لمغناطيس كهربى قوى جدًا ، وعند عدم وجود تيار كهربى يسهل رفع الصندوق ، ولكن ما إن يمر التيار فى ملف المغناطيس الكهربى فإنه يصعب رفع الصندوق تمامًا حتى من قبل نفر من الرجال الأشداء .

صدق أو لاتصدق .. يسقط الجسمان الخفيف والثقيل معًا فى نفس اللحظة !!

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « قانون السقوط الحر » . وقد مهَّد لشرح هذا القانون بقوله : اعتقد قدامى فلاسفة الإغريق وعلى رأسهم أرسطو أن الجسم الأكبر كتلة يصل إلى سطح الأرض قبل الجسم الأقل منه كتلة عند اسقاطهما معًا من ارتفاع واحد .

الفصيح : وهل هناك شك فى ذلك . إن ذلك يبدو منطقيًا لأننا نعرف أن الكتلة هى مقدار ما يحتويه الجسم من مادة والجسم الأكبر يحتوى مادة أكبر من تلك التى يحتويها الجسم الأصغر ، ونعرف أيضًا أنه كلما زادت كتلة الجسم زادت قوة جذب الأرض له مما يؤدى إلى زيادة سرعة سقوطه ومن ثم فإن الجسم الثقيل يسقط فعلاً قبل الجسم الخفيف مادام قد سقطا معًا من نفس الارتفاع .

المعلم : إن ذلك يبدو منطقيًا فعلاً يا فصيح ، ولكن التجربة العملية تؤكد خطأه .

الفصيح : ومن الذى قام بهذه التجربة ؟

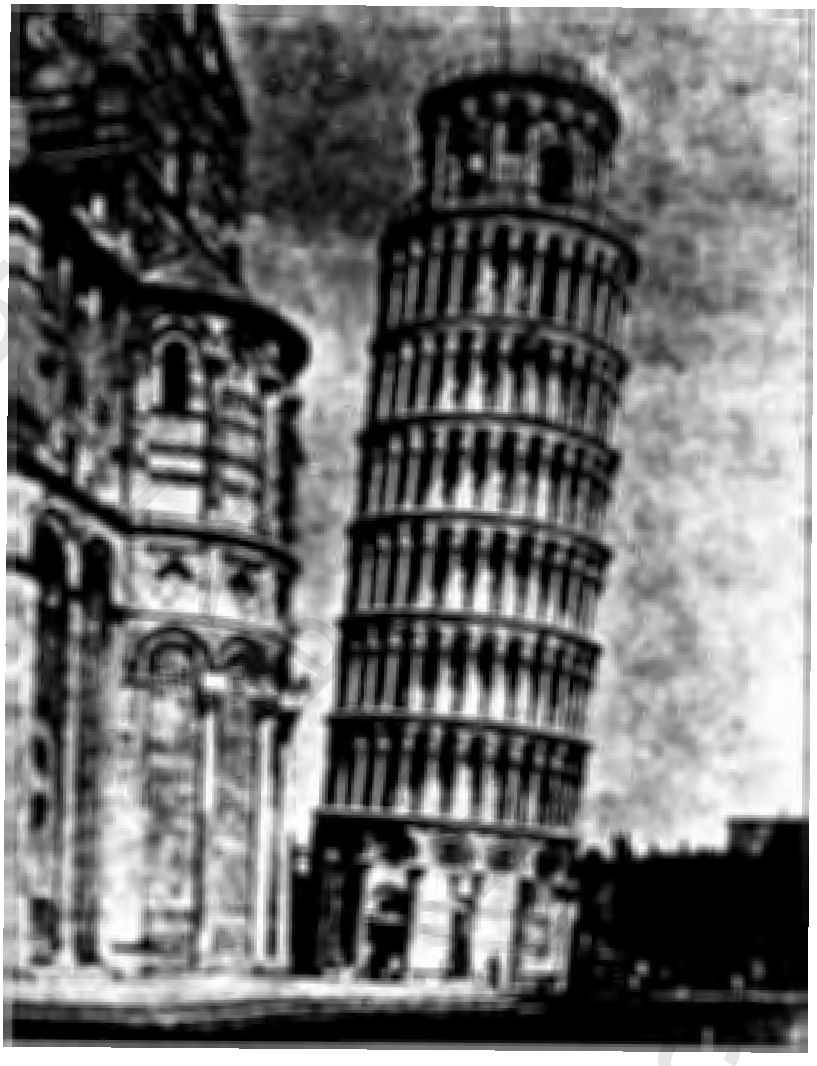
المعلم : كان جاليليو يؤكد خلافًا لما كان يعتقد أرسطو ، أننا لو تركنا ثقلين مختلفين ليسقطا فى لحظة واحدة من ارتفاع واحد ، فإنهما سيصلان إلى الأرض فى وقت واحد .

الفصيح : نعلم أن الأساتذة كانوا ينظرون إلى آراء أرسطو فى ذلك الوقت نظرة احترام وتقديس ، فهل تقبلوا بسهولة ما زعمه جاليليو ؟

المعلم : لقد أصر الأساتذة على أن هذا الزعم مجرد هراء وقالوا : « لا يمكن أن يصدق أحد ، غير الحمقى ، أن الريشة وقنبلة المدفع يمكنهما أن يسقطا إلى أسفل فى الفضاء بنفس السرعة ! » . بل قد رأوا فيما نادى به جاليليو فرصة لكشف سخفه ولإلباسه ثوب الخزى والعار إلى الأبد ، إنهم سوف يضطرونه إلى أن يكشف نظرياته الحمقاء أمام كل محب للعلم .

الفصيح : وهل قبل جاليلو التحدى ؟

المعلم : بل سعد به ، وضرب لخصومه موعدا ، وكان اللقاء عند برج بيزا المائل ليثبت صحة ما نادى به عمليا . (شكل رقم ٢٥) .



شكل رقم (٢٥) برج بيزا المائل الذى أجرى من فوقه
جاليليو تجربته التاريخية

الفصيح : وماذا حدث ؟

المعلم : فى اليوم المحدد للتجربة لبس الأساتذة أرديتهم المخملية الطويلة وتوجهوا إلى البرج ، وكان طلبة جامعة بيزا وكثير من سكان المدينة قد سبقوهم إلى هناك .

الفصيح : ولِمَ كل هؤلاء ؟!

المعلم : ليشهدوا (الإعدام) العلمى لجاليليو ، لرجل تجرأ وأتى بما يخالف ما نادى به أرسطو والقدماء !

الفصيح : إننا نعرف أن هناك فارقًا زمنيا بعيدًا بين عصرى أرسطو وجاليليو يقدر بنحو ٢٠ قرنًا ، فهلاَّ حاول أحد من العلماء خلال تلك الحقبة الطويلة أن يضع رأى أرسطو فى السقوط الحر موضع التجريب العملى ؟!

المعلم : لم يحاول أحد قط ، قبل جاليليو ، أن يتأكد ـ عمليًا ـ من صحة تلك الحقيقة الخاصة بسقوط الأجسام .

الفصيح : آسف أستاذى لقد قاطعتك ، أكمل ماذا حدث .

المعلم : ما إن شرع جاليليو فى ارتقاء درج البرج المائل ، حتى أخذ النظارة يصيحون به ويستهزئون ، وكان يحمل فى إحدى يديه ثقلاً وزنه عشرة أرطال وفى اليد الأخرى ثقلاً وزنه رطل واحد ، وحانت اللحظة المرتقبة ، ويالها من لحظة !. وأرسل جاليليو الثقلين من قمة البرج ، مصحوبًا بصيحة استهزاء ثم تبعتها همهمة تعجب ، فقد حدث فعلاً ما لا يمكن تصديقه .

الفصيح : ما الذى حدث بالله عليك أستاذى ؟

المعلم : سوف تعرف النتيجة فى الحصة المقبلة .

الفصيح : لا أستطيع على ذلك صبرًا .

المعلم : الذى حدث ـ يا فصيح ـ أن الثقلين قد بدءا معاً من قمة البرج وسقطا معًا من السكون وقطعا نفس المسافة فى نفس الفترة الزمنية ، فلابد وأنهما تحركا بعجلة منتظمة واحدة أطلق عليها جاليليو « عجلة الجاذبية الأرضية » .

الفصيح : أهى التى نسميها الآن « عجلة السقوط الحر »؟.

المعلم : أجل يا فصيح .

الفصيح : ولكن هذه النتيجة تكاد تخرج عن حدود المعقول ، إذ لو ألقينا حجرًا وريشة طائر مثلاً فى نفس الوقت ومن نفس الارتفاع فإنهما يسقطان معًا ؟! إن هذا فعلاً شىء غير معقول ولا نكاد نصدقه حتى لو رأيناه بأعيننا .

المعلم : لا يا فصيح . أنت مخطىء .

الفصيح : لا أفهم ..

المعلم : إن الحجر وريشة الطائر لا يسقطان معًا ، وإنما يصل الحجر إلى الأرض قبل الريشة .

الفصيح : لقد حيرتنى أستاذى . ألا ترى أن هذا يتعارض والنتيجة التى توصل إليها جاليليو ؟!

المعلم : لا يوجد تعارض .

الفصيح : كيف ؟!

المعلم : علل جاليليو ذلك بأن ريشة الطائر تلاقى مقاومة (دفعًا) من الهواء أكبر مما يلاقيه الحجر[١] .

الفصيح : وهل إذا تغلبنا على مقاومة الهواء فإن الجسمين يسقطان معًا ؟

المعلم : أجـــل .

الفصيح : وهل يمكننا التحقق من ذلك عمليًا ؟

المعلم : إذا وضعت قطعة نقود معدنية وريشة طائر فى أنبوبة طويلة مخلخلة من الهواء ، فإنك عندما تضع الأنبوبة فى وضع رأسى تجد أن قطعة النقود وريشة الطائر يصلان معًا فى نفس اللحظة إلى الطرف السفلى للأنبوبة ، أى أنهما سقطتا سقوطًا حرًا بنفس العجلة المنتظمة . (شكل رقم ٢٦) .

الفصيح : وهل يمكننا التغلب على مقاومة الهواء دون خلخلته ؟.

المعلم : يمكن ، وذلك عن طريق تثبيت حجمى الجسمين الساقطين فيه .

وجبة فى مطبخ ... فقد وزنه !!

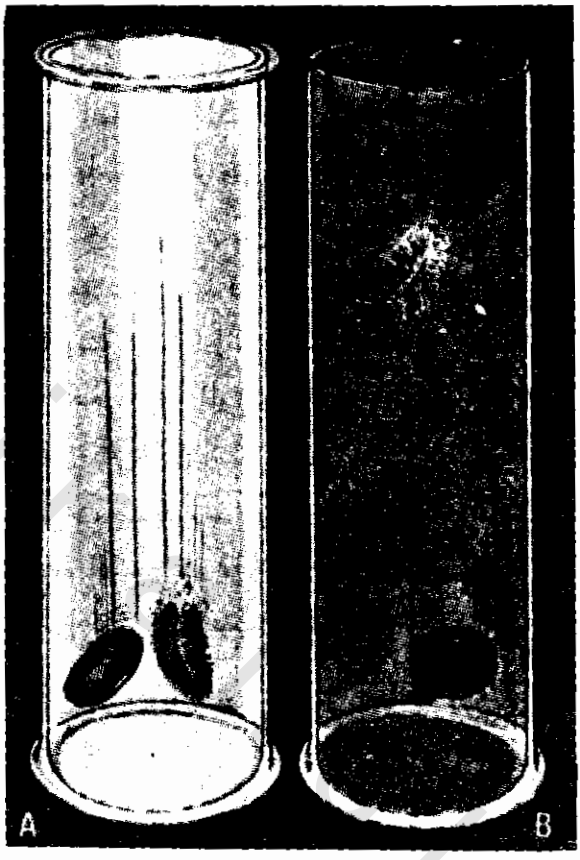
دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « غزو الفضاء » . وبعد أن انتهى من شرحه وهمَّ بالخروج من الفصل لحق به الفصيح ليسأله سؤالاً كان يلح عليه .

الفصيح : أريد أن أعلم ـ أستاذى ـ كيف تكون الحياة فى مكان عديم الوزن ؟!

المعلم : هذا سؤال هام جدًا يا فصيح ، وكثيرًا ما يدور فى أذهان الكثيرين من

---

(١) نظرًا لأن الدفع يتوقف على حجم الجسم وكثافة الهواء ، فإنه ينبغى أن يكون للجسمين (الريشة والحجر) حجمان مختلفان ، وفى حالتنا هذه لابد أن يكون حجم الريشة أكبر حتى تلقى دفعًا أكبر .



شكل رقم (٢٦) : (أ) القطعة المعدنية والريشة تسقطان معًا فى أنبوبة مفرغة من الهواء
(ب) فى أنبوبة فيها هواء

دارسى علم الفيزيقا ، لذا ، ولكى تكون الفائدة أعم ، فلنرجئ الإجابة عليه حتى نلتقى بجميع زملائك فى لقاء قريب مقبل إن شاء الله .

ولما جاء الموعد المرتقب ، قال المعلم لتلاميذه : لقد سألنى أخوكم الفصيح سؤالاً يتعلق بكيفية الحياة فى مكان فقد وزنه ، وها ... وقبل أن يتم المعلم حديثه صاح التلاميذ ثناء واطراءً على زميلهم الذى كثيرًا ما يثير من الأسئلة ويطرح من القضايا ما يستهدف الإجابة على علامات استفهام كبيرة تدور فى أذهانهم .

وبعد أن هدأ التلاميذ ، واصل المعلم حديثه : ... ما عبرتم عنه يوضح اتفاقنا

على أهمية الإجابة على السؤال المثار أو القضية المطروحة ، وفى معرض الإجابة لا أجد خيرًا من أن أقرأ عليكم ما ورد فى الجزء الثانى من كتاب « الفيزيقا المسلية » لمؤلفه الروسى « ياكوف بيريلمان » بهذا الخصوص ، والذى ورد فيه حوار بين مجموعة من العلماء الأصدقاء أثناء تناولهم طعام إفطارهم فى مطبخ عديم الوزن أثناء قيامهم بإحدى الرحلات الفضائية .

قال أحد المشتركين فى الرحلة « س »[1] مخاطبا مرافقيه : أيها الأصدقاء ، إننا لم نتناول طعام فطورنا بعد ، وإذ كنا قد فقدنا وزننا ونحن فى داخل القذيفة فهذا لا يعنى أننا قد فقدنا شهيتنا أيضًا ! إننا لا نستطيع على الطعام صبراً ، وعلى العموم سأعد لكم طعاماً للإفطار عديم الوزن ! لأنه سيتكون بلا شك من أخف أصناف الطعام فى العالم على الإطلاق .

وبدون انتظار جواب صديقيه بدأ « س » فى إعداد الطعام . وعندما كان يحاول رفع سدادة دورق الماء الكبير تمتم قائلاً : يبدو أن دورق الماء فارغ ، ولكن منظره هذا لن يخدعنى لأننى أعرف السبب الذى جعله يبدو خفيفًا إلى هذه الدرجة . وها أنذا قد رفعت السدادة فليسمح الدورق بسكب الماء عديم الوزن فى القدر !.

وأمال « س » دورق الماء فى مختلف الاتجاهات ، ولكن الماء مع ذلك لم ينسكب منه . وهنا أتى الصديق « ص » لمساعدته وهو يقول : « هوِّن عليك يا صديق يجب أن تفهم أن الماء الموجود فى ظروف انعدام الوزن ، كما هى الحال بالنسبة لنا ، لن ينسكب من الدورق وعليك أن تصبه برج الدورق كما تصب الشراب الكثيف » .

ولم يطل « س » التفكير وأخذ يضرب قاعدة الدورق المقلوب براحة يده عدة ضربات ، ولكن حدثت مفاجأة !

الفصيح : ماذا حدث ؟

المعلم : تكونت عند عنق الدورق فى الحال كرة منتفخة من الماء بحجم قبضة اليد .

الفصيح : وماذا فعل « س » ؟

---

(١) سوف نرمز للأصدقاء الثلاثة المشتركين فى هذه الرحلة بالرموز « س » و « ص » و « ع » .

المعلم : صرخ مندهشًا : ماذا حدث للماء ؟ أرجوكما يا صديقى أن تفسرا لى سبب هذه الظاهرة .

فأجابه « ص » : إنها قطرة يا عزيزى « س » قطرة ماء عادية ، إن القطرات يمكن أن تكون كبيرة جدًا فى الأماكن التى تنعدم فيها الجاذبية ، إذ أن السوائل لا تأخذ شكل الإناء الذى توضع فيه ولا تتدفق على هيئة سيل إلا بتأثير الجاذبية فقط ، أما هنا فلا وجود للجاذبية ومن ثم ترك السائل لتأثير قواه الذرية الداخلية مما جعله يأخذ شكلاً كرويا كشكل قطرة الزيت فى تجربة بلاتو المشهورة[1] . فردَّ « س » بإنفعال : لا تهمنى هذه التجربة أو سواها ، وإنما الذى يهمنى أن يغلى الماء لأطهى به الحساء ، وأؤكد لك أن أية قوى ذرية لن تمنعنى من ذلك .

وبدأ « س » بنفض الماء بعنف فوق القدر التى تحوم فى الهواء ، ولكن كل شىء كان ضده على ما يبدو ، إن قطرات الماء الكبيرة زحفت إلى أعلى القدر بمجرد ملامستها لها ، ولم ينته الأمر عند هذا الحد ، بل جرى الماء من جدران القدر الداخلية منتقلاً إلى الجدران الخارجية وسرعان ماأصبحت القدر مغلفة بطبقة سميكة من الماء ، ولم تكن هناك أية امكانية لغلى الماء بهذا الشكل .

وعندئذ قال « ص » مخاطبًا « س » الحانق بصوت هادئ : إن هذه تجربة طريفة تثبت مدى فاعلية قوة التماسك وتأثيرها ، لا تقلق يا « س » فالأمر ما هو إلا عملية تبلل الأجسام الصلبة بالسوائل ، إلا أن الجاذبية فى هذه الحالة لا تعرقل تطور هذه العملية إلى أقصى حد .

واعترض « س » على ذلك قائلاً : مع مزيد الأسف ، فإن الجاذبية لا تعرقل هذه العملية هنا ! ولكن إن كانت هذه عملية تبلل أو غيرها من العمليات الأخرى فهذا لا يهمنى ، إن الذى يهمنى هو أن أجعل الماء يغلى فى داخل القدر وليس من حواليها ، ياالها من حالة عجيبة ! إن أى طاه فى العالم لا يمكن أن يوافق على أن يطهى الطعام فى مثل هذه الظروف على الاطلاق .

وهنا تدخل الصديق « ع » فى الحديث ، وقال بلهجة مهدئة : إنك تستطيع عرقلة عملية التبلل بسهولة إذا كانت تزعجك إلى هذا الحد ، تذكر يا « س » أن

---

(١) سوف يأتى الحديث عن هذه التجربة الطريفة فى الفصل الثالث .

الماء لا يبلل الأجسام التى تدهن ولو بطبقة رقيقة من الشحم ، ادهن القدر من الخارج بطبقة من الشحم وسترى أن الماء سيبقى بداخلها .

وما أن سمع « س » هذا حتى تهلل وجهه من الفرح ، وقال وهو ينفذ نصيحة صديقه « ع » مرحى ! هذا هو العلم الحقيقى .

ثم بدأ بعد ذلك بغلى الماء على شعلة مصباح الغاز ، ولكن كل شىء وقف ضده أيضًا وعاكسه ، حتى فتيلة المصباح وكأنها تمنعت عن الاشتعال وتمردت عليه ، حيث اشتعلت بلهب ضئيل لمدة نصف دقيقة ثم انطفأت لسبب مجهول .

الفصيح : وهل تمكن من إشعالها فى النهاية ؟

المعلم : حاول « س » بكل صبر وأناة أن يجعل الفتيلة تعاود الاشتعال بيد أن جهوده كلها ذهبت أدراج الرياح !

الفصيح : وماذا فعل إذن ؟

المعلم : استغاث « س » اليائس بصديقيه وناداهما متسائلاً : « ص » ، « ع » هل من وسيلة لإشعال فتيلة المصباح العنيدة طبقًا لما تفرضه عليها قوانين الفيزيقا وأنظمة شركات الغاز ؟!

وهنا انبرى له « ع » موضحًا : ولكن لا يوجد هنا أى شىء غريب أو غير متوقع ، إن هذه الفتيلة تشتعل كما يراد منها بالضبط طبقًا لقوانين الفيزيقا ، أما فيما يتعلق بشركات الغاز فأعتقد أنها كانت ستفلس تمامًا لو انعدمت الجاذبية .

فأجابه « س » مستوضحًا : ماذا تعنى ؟.

فاستطرد « ع » : ... إنك تعلم بأنه عند الاحتراق يتكون غاز ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء وهما من الغازات التى لا تحترق ، وعادة لا تبقى نواتج الاحتراق هذه بقرب الشعلة بالذات ، لأن تيار الهواء النقى يطردها إلى أعلى لأنها أخف منه نتيجة لسخونتها ، ولكن هنا لا توجد جاذبية ، لذا فإن نواتج الاحتراق هذه تبقى فى أماكن تكونها وتحيط الشعلة بطبقة من الغازات التى لا تحترق وتمنع وصول الهواء النقى إليها ، ولهذا السبب فإن الفتيلة هنا تشتعل بضآلة ثم تنطفىء بسرعة وعلى هذا الأساس يقوم عمل طفايات الحريق حيث يحاط اللهب بغازات لا تحترق .

وهنا قاطعه « س » قائلاً : أفهم من هذا أنه لولا وجود الجاذبية الأرضية لما كنا

بحاجة إلى فرق إطفاء الحريق على سطح كوكبنا لأن الحريق سينطفئ من نفسه مختنقا بأنفاسه ؟

فأجاب « ع » : هذا حق ، أما الآن ، فلطهى الطعام اشعل الفتيلة مرة ثانية وانفخ الشعلة ، وأرجو أن نتمكن أنا و « ص » من إيجاد جاذبية اصطناعية وجعل الفتيلة تشتعل كما يحدث على سطح الأرض .

وهذا ما تم بالضبط ، حيث أشعل « س » الفتيلة مرة أخرى ، وبدأ بطهى الطعام وهو يتتبع ـ بشماته ـ محاولات « ص » و « ع » نفخ الشعلة وترويحها على التوالى لإيصال الهواء النقى إليها بصورة مستمرة ، أما « س » فقد كان يعتقد فى قرارة نفسه بأن صديقيه وعلمهما هما المسئولان عن كل هذه المشاكل التى تواجهه ! ، لذا هذرم قائلاً : إنكما تقومان إلى حد ما بدور مدخنة المصنع وذلك بالابقاء على الجاذبية ، إنى أرثى لحالكما يا صديقى ، ولكننا إذا أردنا أن نتناول فطورًا ساخنًا ، علينا أن نخضع لمبادىء الفيزيقا وقوانينها !.

ومضى على هذه العملية ربع ساعة ، ونصف ساعة ، وساعة ، و ... ولم يغل الماء الذى بالقدر ولم يبد عليه أنه سيغلى !

الفصيح : ولكن هل غلا فى النهاية ؟

المعلم : ستعرف ذلك فى اللقاء المقبل إن شاء الله يا فصيح .

الفصيح (ومعه كل التلاميذ) : بل الآن ، نرجوك أستاذنا .

المعلم : طلب الصديقان « ص » و « ع » من صديقهما « س » أن يتذرع بالصبر ، وخاطباه قائلين : إنك تعلم بأن الماء العادى الذى له وزن يسخن بسرعة ـ أتدرى لماذا ؟ لسبب واحد فقط وهو اختلاط طبقاته المختلفة ، حيث تقوم الطبقات الباردة العليا بإزاحة الطبقات السفلى الساخنة لأنها أخف منها ، ونتيجة لذلك ترتفع درجة حرارة السائل أجمعه بسرعة ، هل استطعت مرة أن تسخن الماء من أعلى وليس من أسفل ، لعلك لم تستطع لأن طبقات الماء المختلفة لن تختلط مع بعضها البعض لأن الطبقات العليا الساخنة سوف تبقى فى محلها ولا تتحرك ، إن موصلية الماء للحرارة ضئيلة جدًّا ، إذ يمكن تسخين طبقات الماء العليا إلى درجة الغليان بينما نجد فى طبقاته السفلى قطعًا من الجليد غير الذائب !. أما فى عالمنا هذا ، عالم انعدام الوزن ، فليست هناك أية أهمية للجهة التى يسخن

منها الماء لأن طبقات الماء المختلفة لن تختلط مع بعضها فى داخل القدر ، ويجب أن يسخن الماء ببطء شديد ، وإذا أردت الإسراع فى عملية التسخين ، فيجب عليك أن تقوم بتحريك الماء باستمرار .

وحذر « ع » « س » طالبًا منه عدم تسخين الماء إلى ١٠٠° م والاكتفاء بتسخينه إلى درجة تقل عن ذلك بقليل لأنه عند تسخين الماء إلى ١٠٠° م يتكون بخار كثير يكون له فى هذه الحالة وزن نوعى يساوى الوزن النوعى للماء وكلاهما يساوى صفرًا ، وسوف يختلط هذا البخار مع الماء وينتج عن اختلاطهما رغوة متجانسة وبعد هذا التحذير حدثت مفاجأة .

الفصيح : ماذا حدث ؟

المعلم : عندما فتح « س » أحد الأكياس التى كان بها حمصاً ونفضه بهدوء ، تطايرت حبات الحمص فى الهواء وأخذت تحوم فى جو القذيفة بلا توقف مصطدمة بالجدران ومرتدة عنها دون توقف ، وهكذا كانت حبات الحمص « الطائرة » على وشك أن تسبب للرحلة كارثة مروعة ، فقد سحب « ع » أثناء تنفسه إحداها إلى داخل حنجرته مصادفة ، فسعل بشدة وأوشك على الاختناق .

الفصيح : وهل تمكن الرواد من التغلب على هذا الخطر ؟

المعلم : واظب الأصدقاء الثلاثة على اقتناص حبات الحمص « الطائرة » .

الفصيح : وكيف تم لهم اقتناصها ؟

المعلم : بشبكة خاصة كان « س » قد أعدها لمثل هذا الغرض .

الفصيح : المهم هل تم طهى الطعام ؟!

المعلم : لم تكن عملية الطهى سهلة فى مثل هذه الظروف ، فقد كان « س » على حق عندما أكد لزميليه بأن أمهر الطهاة يعجزون عن الطهى هنا ، وقد حدثت بعد ذلك مضايقات كثيرة .

الفصيح : مثل ماذا ؟

المعلم : مثل الصعوبة التى واجهتهم عند « تحمير » قطع اللحم ، إذ كان لابد من تثبيت تلك القطع باستمرار بواسطة الشوكة وإلا لكانت أبخرة السمن المتكونة تحت قطع اللحم ستدفع بها إلى أعلى دون « تحمير » .

الفصيح : إلى أعلى ؟!

المعلم : هذا إذا جاز لنا أن نستخدم كلمة « أعلى » ، حيث لايوجد فى مثل تلك الظروف « أعلى » أو « أسفل » .

الفصيح : كانت هناك صعوبة بالغة فى طهى الطعام ، فهل كانت هناك صعوبة كذلك فى تناوله ؟

المعلم : لقد كانت عملية تناول الطعام أصعب بكثير من عملية إعداده !

الفصيح : كيــف ؟

المعلم : لقد بدت عملية تناول الطعام بمظهر غريب فى هذا المكان الذى فقد وزنه إذ تعلق الأصدقاء الثلاثة فى الهواء بأوضاع مختلفة دون أن يفقدوا حيويتهم ، وكانت رؤوسهم تصطدم ببعضها البعض فى كل دقيقة .

الفصيح : ألم يتمكنوا من الجلوس ؟!

المعلم : ليست هناك فائدة ـ بالطبع ـ ترجى من وجود كراسى أو أرائك فى عالم تنعدم فيه الجاذبية .

الفصيح : وهل من صعوبات أخرى ؟

المعلم : تمثلت الصعوبة الحقيقية فى عدم إمكانية صب الحساء عديم الوزن فى الأطباق ، وعندما حاول « س » أن يفعل ذلك ، كان على وشك أن يضحى بجهوده التى بذلها فى الصباح ناسيًا أن الحساء لا وزن له ، ولكن نظرًا لشدة جوعه ضرب بيده قاعدة القدر المقلوب بحنق ليطرد منها الحساء العنيد ، وأخيرًا خرجت من القدر قطرة كروية كبيرة جدًّا،وهى عبارة عن حساء مكوَّر !. وكان على « س » ـ بالضرورة ـ أن يصبح مثل البهلوان لكى يقبض على الحساء الذى حضره بصعوبة بالغة ويعيده ثانية إلى القدر .

كذلك كانت هناك صعوبة أخرى ، وهى أن محاولة استخدام الأصدقاء للملاعق ذهبت أدراج الرياح .

الفصيح : لِمَ ؟!

المعلم : لأن الحساء بلل الملاعق جميعها حتى الأصابع وتدلى منها مثل حجاب صلب .

الفصيح : وماذا فعلوا ؟

المعلم : دهنوا الملاعق بالسمن لكى يمنعوا حدوث التبلل .

الفصيح : وهل أفادت هذه العملية ؟

المعلم : لم تفد بالطبع شيئًا ، إذ تكوَّر الحساء على الملاعق ولم تكن هناك أية إمكانية لإيصاله إلى الفم بسلام .

الفصيح : وهل تمكنوا من حل هذه المشكلة ؟ كأنى أراهم وقد سال لعابهم دون جدوى من إشباع حاجتهم من الطعام أو حتى « بل » ريقهم !

المعلم : تمكن « ع » فى نهاية الأمر من أن يجهز أنابيب من الورق المشمع استطاعوا بواسطتها من تناول الحساء العنيد بسحبه إلى الفم عن طريق المص .

الفصيح : تقول عن طريق المص ؟!

المعلم : أجل .

الفصيح : هل يمكن شرب السوائل فى الوسط الذى تنعدم فيه الجاذبية بطريقة المص ؟

المعلم : ولِمَ لا ؟!

الفصيح : إن الهواء الموجود داخل القذيفة المنطلقة يكون عديم الوزن ، ومن ثم لا ضغط له ، وفى غياب الضغط لايمكن الشرب عن طريق مص السائل وسحبه إلى داخل الفم .

المعلم : هذا خطأ ، مع أنه يبدو منطقيًا يا فصيح .

الفصيح : لا أفهم !.

المعلم : إن فقدان الهواء لوزنه فى مثل هذه الظروف ليس له أى ارتباط بعدم وجود الضغط .

الفصيح : كيــف ؟!

المعلم : لأن ضغط الهواء الموجود فى فراغ مسدود لا ينتج عن وزن الهواء ، وإنما عن محاولة الهواء ـ كغاز ـ التمدد إلى أقصى حد ، أما فى الفراغ المفتوح على سطح الأرض فتلعب الجاذبية الأرضية دور الجدران التى تحول دون هذا التمدد[1] .

---

(١) أصبحت مسألة تناول الطعام فى الفضاء الكونى مادة للدراسة الدقيقة والجادة عند الإعداد لرحلات كونية طويلة الأمد ، وقد تم صنع عجائن خاصة للتغذية موضوعة داخل أنابيب خاصة مثل معجون الأسنان . أما الماء الموجود على متن السفن الفضائية فيوضع فى خزانات خاصة يشرب منها رجال الفضاء =

نظرة .. من تحت الماء !

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « انكسار الضوء » ، وبعد أن شرح قانونه تراءى للفصيح أن يسأله سؤالا طريفًا .

الفصيح : ماذا يكون عليه شكل العالم الخارجى إذا ما رمقناه بنظرة من تحت الماء ؟

المعلم : سيبدو غير طبيعى ، حيث أنه سيظهر للعين فى هذه الحالة متغيرًا ومشوهًا إلى حد يجعل من الصعب التعرف عليه .

الفصيح : زدنى إيضاحًا ، أستاذى .

المعلم : إذا ما غطسنا فى الماء وبدأنا من هناك بإلقاء نظرة على العالم الخارجي ، فإن شكل الغيوم المعلقة فى كبد السماء فوق رأسنا مباشرة سوف لا يتغير بتاتًا .

الفصيح : لماذا ؟

المعلم : لأن الشعاع العمودى لا ينكسر .

الفصيح : وماذا عن الأشياء الأخرى .

المعلم : تبدو الأشياء التى تسقط أشعتها على سطح الماء بزوايا حادة مشوهة بالنسبة للعين كما لو كانت منضغطة الارتفاع .

الفصيح : وهل يزداد هذا الانضغاط شدة كلما كانت زوايا سقوط أشعة الأشياء على سطح الماء حادة أكثر ؟

المعلم : بالطبع ، لأن كل الأشياء الموجودة خارج الماء يجب أن تنحصر فى ذلك المخروط الضيق تحت الماء وتختصر الزاوية ١٨٠° إلى ٩٧° أى إلى النصف تقريبًا ، ولابد من أن تكون الصور مشوهة فى هذه الحالة .

الفصيح : وماذا بالنسبة للأشياء التى تسقط أشعتها على سطح الماء بزاوية صغيرة ١٠° مثلا ؟

المعلم : تنضغط فى داخل الماء إلى درجة كبيرة لا تستطيع العين تمييزها تقريبا .

= بواسطة خراطيم ليِّنة . وفيما يتعلق بالطعام الصلب ، مثل الخبز واللحم ، فإنه يعبأ على هيئة قطع صغيرة يمكن دسها فى الفم مباشرة .

الفصيح : وماذا عن سطح الماء بالذات ؟

المعلم : يبدو فى غاية الغرابة .

الفصيح : لِمَ ؟!

المعلم : لأنه لا يبدو من تحت الماء مستويًا ، وإنما يظهر على هيئة مخروط ، وسوف يتراءى لك - يا فصيح - وكأنك تقف على قعر مخروط كبير جدًّا تميل جوانبه على بعضها البعض بزاوية أكبر من الزاوية القائمة بقليل (٩٧°) وسوف ترى أن الحافة العليا لهذا المخروط محاطة بحلقة ملونة بألوان قوس قزح : الأحمر والأصفر والأخضر والأزرق والبنفسجى .

الفصيح : ولكن ما سبب هذه الظاهرة ؟

المعلم : إن ضوء الشمس الذى يبدو أبيض يتألف - كما تعلم - من عدة ألوان مختلفة ، ولكل من هذه الألوان معامل انكسار خاص ومن ثم « زاوية حرجة » خاصة ونتيجة لوجود هذه الظاهرة فإننا عندما ننظر إلى شىء ما من تحت الماء نراه محاطًا بهالة مرقشة بألوان قوس قزح .

الفصيح : وما الذى يمكن رؤيته خارج حدود ذلك المخروط الذى يضم كل الأشياء الموجودة خارج الماء ؟ .

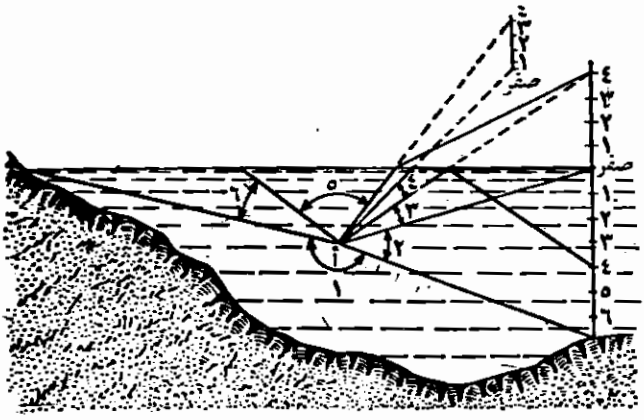
المعلم : فى خارج حدود المخروط المذكور ، يمتد سطح الماء اللامع الذى تنعكس فيه صور الأشياء الموجودة تحت الماء كما تنعكس فى المرآة تمامًا ، أما الأشياء التى يكون نصفها مغمورًا فى الماء والنصف الآخر فى الهواء فسوف تظهر لعين الإنسان الموجود تحت الماء بمظهر غريب جدًا .

الفصيح : كيف ؟

المعلم : لنفرض أننا غمرنا مقياس منسوب الماء فى النهر ، فما الذى سيراه المراقب الموجود تحت الماء فى النقطة أ ؟ . (شكل رقم ٢٧) .

الفصيح : لا أعرف .

المعلم : لمعرفة الإجابة ، نقسم المنطقة التى تقع تحت مراقبته (٣٦٠°) إلى عدة أقسام وندرس كل قسم على حدة ، فى حدود الزاوية ١ يرى المراقب قاع النهر إذا كان مضاء بطبيعة الحال إلى درجة كافية ، وفى حدود الزاوية ٢ يرى جزء المقياس الموجود تحت سطح الماء بدون تشويه ، وفى حدود الزاوية ٣ تقريبًا يرى



شكل رقم (٢٧) : هكذا يبدو مقياس عمق الماء المغمور إلى النصف فى داخل الماء ، بالنسبة للمراقب الموجود تحت الماء ، الذى تقع عينه فى النقطة أ . وفى حدود الزاوية ٢ يظهر جزء المقياس المغمور فى الماء ويكون مشوش الملامح ، وفى حدود الزاوية ٣ يبدو انعكاس ذلك الجزء على سطح الماء الداخلى ، وإلى الأعلى قليلاً يبدو الجزء البارز للمقياس بشكل مقلص وقد انفصل عن الجزء الباقى بمسافة فاصلة ، وفى حدود الزاوية ٤ ينعكس قاع النهر ، وفى حدود الزاوية ٥ يبدو العالم الخارجى برمته على هيئة ماسورة مخروطية ، وفى حدود الزاوية ٦ يبدو انعكاس قاع النهر على سطح الماء الداخلى ، وفى حدود الزاوية ١ تظهر صورة غير واضحة لقاع النهر

انعكاس نفس الجزء المذكور من المقياس ، أى يرى الجزء المغمور من المقياس بشكل مقلوب .

الفصيح : بشكل مقلوب !

المعلم : نعم .

الفصيح : وما السبب ؟

المعلم : الانعكاس الكلى ؟

الفصيح : وماذا عما فوق ذلك ؟

المعلم : يرى المراقب الموجود تحت الماء جزء المقياس البارز فوق الماء ، ولكنه لا يكون امتدادًا للجزء الموجود تحت الماء بل يكون مزاحًا إلى أعلى كثيرًا وكأنه منفصل عن قاعدته تمامًا .

الفصيح : ولعله من البديهى ألا يفكر المراقب بأن الجزء الموجود فى الهواء هو امتداد للجزء الأول المغمور فى الماء .

المعلم : هذا صحيح ، وبالإضافة إلى ذلك ، فإن المقياس سيبدو منضغطًا جدًا

وخاصة فى الجزء السفلى حيث تصبح الأرقام فى هذا الجزء سميكة إلى درجة واضحة ، كذلك فإن الشجرة الموجودة على الساحل والمغمورة إلى النصف بمياه الفيضان ، يجب أن تبدو للناظر من تحت الماء كما هى عليه فى الشكل رقم (٢٨) .

الفصيح : وماذا إذا وقف إنسان فى المكان الذى يوجد فيه مقياس منسوب الماء ؟

المعلم : سيبدو للناظر من تحت سطح الماء كما هو مبين فى الشكل رقم (٢٩) .

الفصيح : وكيف يبدو ذلك الإنسان بالنسبة لبعض الأحياء المائية كالأسماك مثلا .

المعلم : يجب أن ترى الأسماك الإنسان المذكور بنفس المظهر المبين فى الشكل السابق أيضًا .

الفصيح : وعندما يسير هذا الإنسان على قاع النهر الضحل ؟

شكل رقم (٢٨) شجرة نصف مغمورة فى الماء كما يراها المراقب الموجود تحت سطح الماء (قارن هذا الشكل مع الشكل رقم (٢٩)

شكل رقم (٢٩) هكذا يبدو جسم الإنسان المغمور إلى صدره فى الماء ، بالنسبة للمراقب الموجود تحت سطح الماء (قارن هذا الشكل مع الشكل رقم (٢٨)

المعلم : يتحول بالنسبة للأسماك إلى شخصين : شخص علوى بدون رجلين وشخص سفلى بدون رأس وله أربعة أرجل !

الفصيح : وعندما يبتعد الإنسان عن المراقب الموجود تحت الماء ؟

المعلم : ينضغط النصف العلوى من الجسم من النصف السفلى أكثر فأكثر .

الفصيح : وعند الابتعاد إلى مسافة معينة .

المعلم : يختفى الجذع الموجود فوق سطح الماء تقريبًا ، ويبقى الرأس وحده متدليا فى الهواء بحرية .

الفصيح : هل نستطيع بواسطة التجربة أن نتحقق – أستاذى – من صحة هذه الاستنتاجات الغريبة ؟

المعلم : يمكننا دراسة ظروف الرؤية تحت الماء باستخدام آلة تصوير خاصة مملوءة من الداخل بالماء ، وفى هذه الحالة نستخدم بدلاً من العدسة لوحًا معدنيًا يحتوى على ثقب صغير ، ومن السهل أن نفهم بأنه إذا كان كل الفراغ الموجود بين الثقب واللوح الحساس للضوء مملوءًا بالماء ، فإن العالم الخارجى يجب أن يظهر على اللوح الحساس بنفس المظهر الذى يبدو به لعينى المراقب الموجود تحت الماء .. وبهذه الطريقة بالذات تمكن العالم الفيزيقى الأمريكى « وود » من الحصول على صور مدهشة للغاية .

الفصيح : هل من طريقة أخرى للتعرف المباشر على كيفية ظهور العالم الخارجى بالنسبة للمراقب الموجود تحت الماء ؟ .

المعلم : نغمر مرآة فى ماء بحيرة ساكنة ونجعلها تميل بزاوية مناسبة ثم نلاحظ الأشياء الخارجية المنعكسة عليها ، وسوف تؤكد لنا هذه الطريقة صدق جميع التصورات النظرية التى شرحناها آنفا بكل تفاصيلها .

الفصيح : إننى مندهش من أن طبقة السائل الشفافة الموجودة بين العين والأشياء الواقعة خارج هذه الطبقة تستطيع أن تشوه مظهر العالم الموجود خارج الماء وتضفى عليه مثل هذه المظاهر .

المعلم : إن أى كائن يعيش على اليابسة ويجد نفسه فجأة تحت سطح الماء سوف لن يستطيع التعرف على معالم الأرض التى عاش عليها من قبل يا فصيح !

هذه البيضة .. أتحداك أن تكسرها !

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « القوة » وفى أثناء الشرح أثار الفصيح المسألة التالية :

الفصيح : إذا فرضنا أن الفيل يولد فى داخل بيضة ، فهل ستكون قشرتها فى هذه الحالة سميكة جدًّا ، وإذا كانت كذلك فأعتقد أننا لا نستطيع اختراقها حتى بقذيفة مدفع ولاحتجنا إلى اختراع أسلحة جديدة أكثر فاعلية !

المعلم : سوف تصاب بدهشة مماثلة - لو علمت - يا فصيح - أن قشرة البيضة العادية لا تعتبر فى الحقيقة شيئًا رقيقًا كما يبدو ، إن كسر قشرة البيضة بالضغط على طرفيها براحتى اليد (شكل رقم ٣٠) ليس بالأمر الهين ، إذ إنه يحتاج إلى قوة لا يستهان بها عند وضع البيضة بالصورة المبينة فى الشكل السابق[١] .

الفصيح : وما السبب فى ذلك ؟!

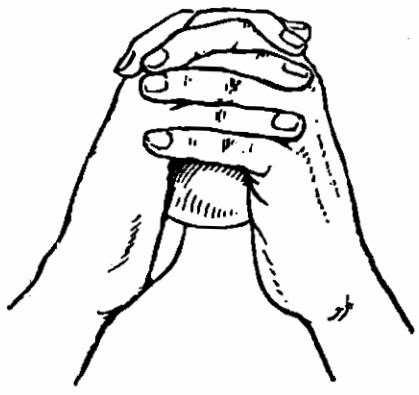
المعلم : إن الصلابة غير العادية لقشرة البيضة تعتمد بصورة قاطعة على شكلها المحدب ، وتعلل بنفس الأسباب التى تعلل بها مقاومة مختلف أنواع القناطر والعقود .

الفصيح : هل من توضيح لهذه الأسباب ؟

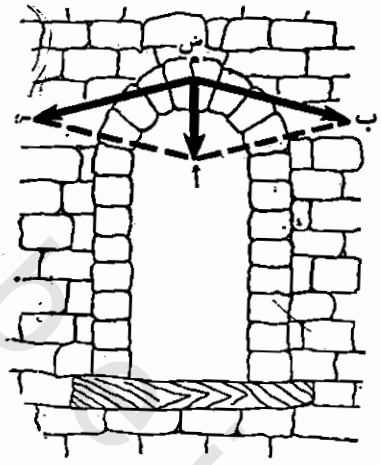
المعلم : يبين الشكل رقم (٣١) عقدًا حجريا صغيرًا فوق إحدى النوافذ . إن الحمل س (أى وزن أقسام البناء الموجودة فوق العقد) الذى يرتكز على الحجر الوسطى الأسفينى للعقد يضغط إلى أسفل بالقوة المشار إليها بالسهم أ فى الشكل الأخير ، ولكن الحجر لا يمكن أن يتحرك إلى أسفل وذلك بسبب شكله الإسفينى ويكتفى فى هذه الحالة بالضغط على الأحجار المجاورة له ، وفى هذه الحالة تتحلل القوة أ ، حسب قانون متوازى الأضلاع ، إلى قوتين (مركبتين) أشير إليهما بالسهمين ب و جـ . وهاتان القوتان تتعادلان مع مقاومة الأحجار المجاورة التى تكون بدورها محصورة بين الأحجار التى تجاورها ، وهكذا لا يمكن للقوة التى

---

(١) يجب الحذر عند إجراء هذه التجربة لتجنب احتمال انفراز القشرة فى راحة اليد .



شكل رقم (٣٠) يحتاج الشخص إلى قوة كبيرة لكسر بيضة موضوعة بين يديه بالشكل المبين أعلاه



شكل رقم (٣١) السبب الذى يجعل العقد جيد المقاومة

تضغط على العقد من الخارج أن تجعله ينهار بينما يسهل انهيار العقد نسبيًّا بتأثير القوةالمؤثرة من الداخل ، وهذا مفهوم لأن الشكل الإسفينى للأحجار ، الذى يمنعها من الهبوط ، لا يحول دون ارتفاعها بتاتًا .

الفصيح : وما علاقة كل ذلك بموضوعنا ؟!

المعلم : إن قشرة البيضة ما هى إلا عقد ولكن من النوع المتصل الانحناء ، ولا يمكن للضغط الخارجى أن يحطم ذلك العقد بسهولة مثلما يحطم أية مادة هشة .

الفصيح : وهل معنى هذا أنه يمكن للبيضة العادية أن تتحمل ثقلا ما دون أن تنكسر ؟ .

المعلم : يمكننا أن نجعل القوائم الأربع لمنضدة ثقيلة تستند إلى بيضات أربع نيئة دون أن تنكسر البيضات[١] .

الفصيح : هل يفسر لنا هذا لماذا لا تخاف الدجاجة المفرخة من انكسار قشرة البيضة عندما تجلس عليها بينما يستطيع الفرخ الضعيف عندما يريد الخروج من سجنه الطبيعى أن يخرق قشرة البيضة بمنقاره من الداخل بسهولة تامة ؟

---

(١) لكى نجعل البيضات تنتصب على الأرض يجب تثبيت قواعدها بالجبس الذى يتماسك جيدًا مع القشرة الكلسية .

المعلم : نعم . وعندما نكسر قشرة البيضة برفق بضربة جانبية بملعقة الشاى ، فإننا لا نتصور مدى مقاومتها للضغط المؤثر عليها فى الظروف الطبيعية ، إن الخالق الأعظم قد حمى الكائن الحى النامى فى داخل البيضة بدرع متين .

الفصيح : هل المتانة المدهشة للمصابيح الكهربية التى تبدو فى الظاهر رقيقة جدًا هى وليدة نفس الظروف التى تمخضت عن متانة قشرة البيضة ؟ .

المعلم : أجل . وتصبح متانةالمصابيح الكهربية مدعاة للدهشة إذا علمنا أن عددا كبيرًا منها (الفارغة وليست المملوءة بالغاز) تقوم بمقاومة ضغط الهواء الخارجى ، هذا مع مقدار ضغط الهواء المؤثر على المصباح الكهربى ليس هينًا ، إذ يتعرض المصباح الذى يبلغ قطره ١٠ سم إلى ضغط يزيد على ٧٥ كجم ، أى وزن إنسان متوسط ، من كلتا الجهتين ، وتشير التجربة إلى قدرة المصباح الكهربى الفارغ على تحمل ضغط يزيد على ما ذكرناه بمرتين ونصف .

حذار .. من قاعدة برنولى !

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « قاعدة برنولى » وبدأ شرحه بالإشارة إلى أن هذه القاعدة وضعت لأول مرة عام ١٧٢٦ من قبل عالم الفيزيقا « دانييل برنولى » ، وتنص على أنه « يكون ضغط تيار الماء أو الهواء كبيرًا إذا كانت سرعته بطيئة ، ويقل الضغط بازدياد السرعة » . وبعد هذا أراد المعلم أن يفسر بهذه القاعدة ظاهرة غريبة ، وهى ظاهرة تجاذب السفن مع بعضها البعض مما يترتب عليه وقوع كثير من الحوادث المؤلمة فى عرض البحر .

المعلم : فى خريف عام ١٩١٢ وقعت الحادثة التالية للباخرة « أوليمبيك » التى كانت تعتبر من أضخم البواخر فى العالم ، كانت هذه الباخرة تمخر ذات مرة عباب المحيط ، وإذا بالطرادة « هاوك » – وهى أصغر من الباخرة بكثير – تقترب منها بسرعة كبيرة وتسير بصورة موازية لها تقريبًا على مسافة عدة مئات من الأمتار وعندما أصبحت الباخرتان فى الوضع المبين فى الشكل رقم (٣٢) ، حدث ما لم يكن فى الحسبان .

الفصيح : ما الذى حدث ؟

المعلم : انحرفت الطرادة بشدة عن خط سيرها وكأنها وقعت تحت تأثير قوة خفية واستدارت بمقدمتها نحو الباخرة « أوليمبيك » واندفعت إليها بصورة مستقيمة تقريبًا دون أن تنصاع لعجلة القيادة وحدث الاصطدام بينهما ،وانحشرت مقدمة الطرادة فى هيكل الباخرة ، وكان الاصطدام من القوة بحيث أحدثت الطرادة فجوة كبيرة فى هيكل الباخرة .

الفصيح : وهل جرى تحقيق فى هذه الحادثةالغريبة ؟

المعلم : اتهم المحققون قبطان الباخرة بالتسبب فى وقوع الاصطدام لأنه – على حد قولهم – لم يتخذ أية إجراءات لإفساح المجال أمام الطرادة المندفعة فى اتجاه متقاطع مع خط سير الباخرة ، ولم ير المحققون بالتالى أية غرابة فى هذه الحادثة واعتبروا أنها وقعت نتيجة لسوء إدارة قبطان الباخرة لا غير ، ولكن السبب الحقيقى لهذا الاصطدام ...

الفصيح : وهل هناك سبب آخر غير سوء إدارة القبطان ؟!

المعلم : كان السبب الحقيقى عبارة عن حالة لا يمكن التنبؤ بوقوعها مطلقا وهى حالة التجاذب المتبادل بين السفن فى عرض البحر .

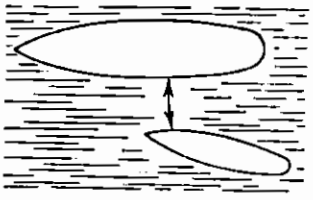
الفصيح : وهل وقعت مثل هذه الحادثة من قبل وبنفس الطريقة أم أنها مجرد مصادفة ؟

المعلم : ربما تكون مثل هذه الحادثة قد وقعت كثيرًا من قبل عند سير باخرتين بصورة متوازية ولكن نظرًا لعدم وجود بواخر كبيرة جدًّا قبل ذلك الوقت ، فإن هذه الظاهرة لم تحدث من قبل بمثل هذه القوة ، ولكن عندما أخذت « المدن العائمة » تجوب المحيطات برزت ظاهرة تجاذب السفن بشكل ملموس جدًا ، الأمر الذى جعل قادة السفن الحربية يحسبون حسابها أثناء المناورات وربما تعرضت السفن الصغيرة التى تبحر إلى جانب البواخر الكبيرة لنقل الركاب والبارجات الحربية إلى عدد كبير من حوادث الاصطدام لنفس السبب السابق .

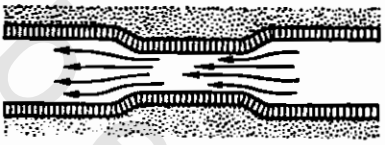
الفصيح : ولكن ما هو التفسير العلمى لهذا التجاذب ؟ هل لقانون الجذب العام لنيوتن دخل فى ذلك .

المعلم : كلا ، إن سبب هذه الظاهرة يختلف عن ذلك تمامًا ، ويفسر بالقاعدة التى تحكم انسياب السوائل فى المواسير والقنوات . حيث يمكننا إثبات أن الماء

الذى ينساب فى قناة تحتوى على أقسام ضيقة وأخرى واسعة ، يزيد من سرعة انسيابه فى الأقسام الضيقة ويقلل من ضغطه على جدران القناة ، أما فى الأقسام الواسعة فينساب بهدوء بضغط أكبر على جدران القناة (وذلك وفقا لقاعدة برنولى) (شكل رقم ٣٣) .



شكل رقم (٣٢) وضعية الباخرتين « أوليمبك » و « هاوك » قبل وقوع الاصطدام



شكل رقم (٣٣) إن سرعة جريان الماء فى الأقسام الضيقة من القناة أكبر من سرعة جريانه فى أقسامها الواسعة ، أما ضغطه على جدرانها فيكون فى الأقسام الضيقة أقل مما هو عليه فى أقسامها الواسعة

الفصيح : نريد مزيدًا من التفصيل يكشف لنا النقاب عن سر تجاذب السفن مع بعضها البعض .

المعلم : عندما تقوم سفينتان بصورة متوازية يتكون بين جانبيهما المتقابلين شكل يشبه قناة الماء مع فارق واحد ، هل تعرفه يا فصيح ؟ .

الفصيح : إن جدران القناة العادية تكون ثابتة بينما يكون الماء متحركًا ، أما فى هذه الحالة فالعكس هو الصحيح ، حيث تكون الجدران متحركة والماء ثابتًا .

المعلم : هذا صحيح ، ولكن تأثير القوى لا يتغير من جراء ذلك مطلقًا : ففى الأقسام الضيقة للقناة المتحركة يكون ضغط الماء على الجدران أقل مما هو عليه فى الأقسام الأخرى المحيطة بالسفينتين .

الفصيح : تقصد – أستاذى – أن جانبى السفينتين المتقابلين يتعرضان لضغط الماء بمقدار أقل مما يتعرض له الجانبان الخارجيان للسفينتين .

المعلم : هذا ما قصدت .

الفصيح : وما الذى يجب حدوثه نتيجة لذلك ؟

المعلم : إن ضغط الماء على الجانبين الخارجيين يجعل السفينتين تقتربان من بعضهما حتمًا .

الفصيح : وبطبيعة الحال يكون اقتراب السفينة الصغيرة أسرع فى الوقت الذى تكون فيه السفينة الكبيرة ثابتة تقريبًا .

المعلم : نعم : وهذا يفسر لنا لماذا يكون التجاذب قويًا وخاصة عندما تمر سفينة كبيرة بسرعة بالقرب من سفينة صغيرة .

الفصيح : وهل معنى هذا أن سبب التجاذب بين السفن يعود إلى تأثير المص الناتج عن الماء الجارى ؟

المعلم : هذا صحيح أيضًا ، ويفسر لنا نفس السبب السابق الخطر الذى ينجم عن مجارى المياه السريعة وعن تأثير المص الناتج عن دوامات الماء بالنسبة للناس الذين يسبحون فى تلك المياه .

الفصيح : هل من حسابات توضح خطورة هذا المص ؟

المعلم : أثبت الحساب أن تيار الماء الجارى بسرعة معتدلة قدرها متر / ثانية يجر معه جسم الإنسان بقوة تساوى ٣٠ كجم !

الفصيح : أعتقد أنه ليس من السهل أن يثبت الإنسان فى مكانه عند تعرضه لمثل هذه القوة .

المعلم : وخصوصًا فى الماء ، حيث لا يمكن لوزن الجسم الذاتى أن يساعد الإنسان على الاحتفاظ بتوازنه .

الفصيح : هل يمكن تفسير المص الناتج عن قطار سريع الحركة بقاعدة برونولى كذلك .

المعلم : إن القطار المتحرك بسرعة ٥٠ كم / ساعة يجذب إليه الشخص الواقف قريبًا منه بقوة تقدر بحوالى ٨ كجم .

الفصيح : وهل معنى هذا أن قاعدة برنولى تنطبق على الغازات أيضًا ؟

المعلم : نعم . . وفى الدراسات الخاصة بالغازات يطلق على هذه الظاهرة اسم ظاهرة « كليمان – ديزوروم » وهو مشتق من اسمى العالمين الفيزيقيين مكتشفيها . كما يطلق عليها أيضا اسم « التناقص الايروستاتيكى » . ولك أن تعلم – يافصيح – أن اكتشاف هذه الظاهرة تم لأول مرة بمحض الصدفة .

الفصيح : كيف ؟ .

المعلم : طلب من أحد العمال فى منجم فرنسى أن يأخذ لوحًا خشبيًا ويسد به

فتحة المهواة الخارجية التى يدخل من خلالها الهواء المضغوط إلى المنجم . . وقد حاول العامل طويلاً التغلب على تيار الهواء المتدفق إلى المنجم . وصدفة انطبق اللوح ذاتيًا على الفتحة انطباقًا وكاد - لولا كبر حجمه - أن يجر معه العامل المذعور إلى داخل فتحة المهواة ، وبالمناسبة فإن خاصية سريان الغاز هذه تفسر لنا عمل المرذاذ .

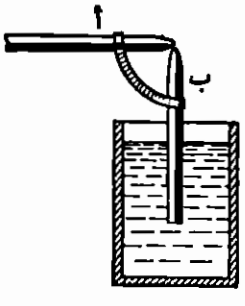
الفصيح : وما المرذاذ ؟ وكيف يعمل ؟

المعلم : المرذاذ هو الجهاز الذى يستخدم لتحويل الماء إلى رذاذ ، وفكرة عمله تتلخص فى أنه عندما ننفخ فى الأنبوبة أ (شكل رقم ٣٤) ذات الطرف الضيق ، فإن ضغط الهواء يقل بمروره فى القسم الضيق وهكذا يصبح ضغط الهواء الموجود فوق الأنبوبة ب أقل من الضغط الجوى الذى يقوم بدفع الماء الموجود فى الوعاء إلى أعلى خلال الأنبوبة ب ، وعند وصوله إلى الفتحة العليا يصطدم بتيار الهواء المنفوخ ويتحول إلى رذاذ .

هل بإمكانك أن ترفع جسمك .. إذا ما شددت شعر رأسك ؟

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « الحركة » وبعد أن قدم لهذا الموضوع ابتدره الفصيح قائلاً : هل يمكن التحرك بدون مرتكز ؟ .

المعلم : عندما نسير فإننا ندفع الأرض بأقدامنا ، لذا لا يمكننا السير على الأرض الهشة جدًا،أو على الجليد لأنه لا يمكننا دفعها بأقدامنا ، وعندما يتحرك القطار فإنه يدفع السكة الحديدية بواسطة العجلات ، أما إذا دهنا السكة الحديدية بالشحم فإن القطار لن يتحرك من مكانه .



شكل رقم (٣٤) مبدأ عمل المرذاذ

والباخرة كذلك تدفع الماء بواسطة أرياش عجلة التجديف أو بواسطة الرفاص . والطائرة تدفع الهواء بمراوحها أيضًا .

الفصيح : هل معنى هذا أنه مهما كان نوع الوسط الذى يتحرك فيه الجسم فإن الجسم يرتكز عليه عند حركته فيه ؟

المعلم : نعم .

الفصيح : ولكن هل يمكن أن يبدأ الجسم بالحركة دون أن يكون له مرتكز فيه .

المعلم : إن القيام بمثل هذه الحركة يشبه قيام الإنسان برفع نفسه من شعره ! ومع ذلك فكثيرًا ما تحدث تلك الحركة التى نعتبرها مستحيلة .

الفصيح : وهل يستطيع الجسم – حقيقة – أن يبدأ بالحركة كليًا بواسطة القوى الداخلية وحدها ؟!

المعلم : لا يستطيع . ولكن بمقدوره تحريك أحد أقسامه فى اتجاه معين وتحريك القسم الباقى فى الاتجاه المعاكس للاتجاه الأول .

الفصيح : وكيف هذا ؟ إننى عاجز عن تصوره !

المعلم : هل تعرف لماذا ينطلق الصاروخ ؟

الفصيح : إن انطلاق الصاروخ يعود إلى قيام الغازات الناتجة عن احتراق البارود بدفع الهواء عند خروجها من الصاروخ .

المعلم : هذا هو التفسير التقليدى الذى يعرفه الناس منذ قديم الزمان[1] ولازال بعضهم يعتقد بصحته حتى الآن .

الفصيح : هل معنى هذا أن التفسير الذى ذكرته أنا خاطئ ؟!

المعلم : أجل .

الفصيح : وما الدليل ؟

المعلم : إذا أطلقنا صاروخًا فى جو خالٍ من الهواء ، فسينطلق بسرعة تزيد على سرعة انطلاقه فى الهواء .

الفصيح : وما السبب الحقيقى لانطلاق الصاروخ إذن ؟

المعلم : عند إطلاق القذيفة من مدفع ما ، تنطلق القذيفة إلى الأمام بينما يرجع

---

(١) تعتبر الصواريخ من الاختراعات القديمة .

المدفع إلى الوراء ، ولا يختلف الصاروخ عن المدفع الا فى شىء واحد وهو أن المدفع يطلق القذائف ، أما الصاروخ فيطلق الغازات الناتجة عن احتراق البارود .

الفصيح : إذن فمسألة « رفع الجسم ذاتيًا من الشعر » مسألة يمكن تحقيقها !

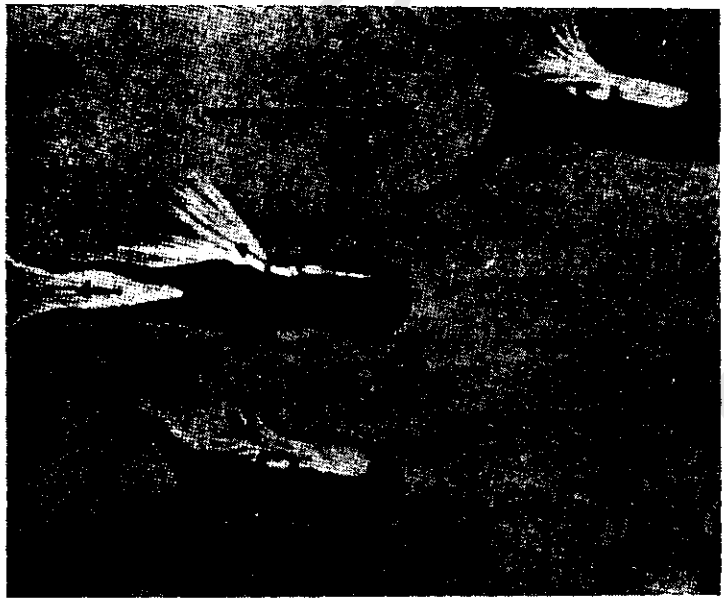
المعلم : ولعلك تندهش – يا فصيح – إذا عرفت بوجود عدد من الكائنات الحية التى تسبح فى الماء بنفس تلك الطرّيقة ، طريقة رفع الجسم ذاتيًا من الشعر .

الفصيح : كيف هذا ؟!

المعلم : إن الحيوان البحرى المسمى بالحبار ومعظم الرخويات تتحرك فى الماء بالطريقة التالية : تسحب الماء إلى خياشيمها من خلال شق جانبى وقمع خاص فى مقدمة الجسم ثم تقذفه إلى الخارج بقوة فينفث على هيئة نافورة من خلال ذلك القمع ، وبهذا العمل تندفع إلى الوراء – حسب قانون رد الفعل – بقوة كافية لجعل القسم الخلفى من الجسم يتحرك سريعًا إلى الأمام فى الماء .

الفصيح : وكيف يستطيع الحبار أن يتحرك فى الاتجاه المطلوب ؟

المعلم : يوجه الحبار فتحة القمع إلى أحد الجوانب أو إلى الوراء وينفث منها الماء بقوة ليتحرك فى الاتجاه المطلوب (انظر شكل رقم ٣٥) .



شكل رقم (٣٥) الحركة التى يقوم بها الحبار عند سباحته فى الماء

وحركة قنديل البحر مبنية على نفس المبدأ ، حيث إنه بتقلص عضلاته يعمل على نفث الماء من تحت جسمه الذي يشبه الجرس فيندفع بذلك فى الاتجاه المعاكس ، وهذه الوقائع لا تترك مجالاً للشك فى وجود مثل هذه الطريقة للحركة .

هل نحن حقًا نرى الدنيا .. على حقيقتها ؟!

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « مراجعة بعض المفاهيم الفيزيقية » وأثناء المراجعة بادر طلابه بالتساؤل الغريب التالى : هل نحن نرى الدنيا على حقيقتها ؟ أو بمعنى آخر هل الدنيا فى جوهرها كما نراها نحن فعلاً ؟ .. وهنا انتفض الفصيح واقفًا يؤكد فى لهجة الواثق أن الإجابة على هذا التساؤل العجيب لا يمكن أن تكون إلا بالإيجاب .

المعلم : أكرر التساؤل – يا فصيح – مرة أخرى لعلك تعقله وتتدبره ، هل نحن حقا نرى الدنيا على حقيقتها ؟

الفصيح : لا أدرى – أستاذى – ماذا تقصد بالضبط ؟ زدنى إيضاحًا .

المعلم : أقصد هل السماء التى نراها زرقاء هى فعلا زرقاء ؟ وهل الحقول خضراء ؟ وهل الرمال صفراء ؟ . هل العسل حلو ؟ والعلقم مر ؟ . هل الماء سائل ؟ والجليد صلب ؟ هل الخشب مثلاً مادة جامدة كما تقول لنا حواسنا ؟ هل حجارة الأرض موات لا حركة فيها ولا دبيب ؟ هل الزجاج شفاف كما يبدو لنا ؟ والجدران صماء كما نراها ؟ هل الخط المستقيم هو أقصر مسافة بين نقطتين كما تقول لنا الهندسة التقليدية ؟ . هل أحداث الكون كلها ممتدة فى زمن واحد بحيث يمكن أن تتواقت مع بعضها البعض فى آن واحد فى أماكن متفرقة منه ؟ هل يمكننا أن نقطع فى يقين أن جسمًا ما يتحرك وآخر لا يتحرك ؟ هل ..

الفصيح : كفانى – أستاذى – من هذه الأمثلة التى توضح التساؤل الذى سبق أن طرحته ، والتى تجعلنى أؤكد – مرة أخرى – أن الإجابة البديهية على كل منها هى الإيجاب .

المعلم : تريث يا فصيح ، كل هذه الأسئلة التى يخيل لك أنك تستطيع الإجابة عليها فى بساطة ، والتى كان العلماء يظنون أنهم قد انتهوا منها من زمن بعيد أصبحت فى حاجة إلى إعادة نظر فى ضوء التطورات الحديثة لعلم الفيزيقا

وما دخلته من نظريات جعلتنا فى حاجة إلى أن نراجع مفاهيمنا وأن نعيد تقييم معلوماتنا وفى مقدمتها النظرية النسبية لأينشتاين .

الفصيح : لقد تعلمنا أن السماء زرقاء ، والحقول خضراء ، والرمال صفراء ، والعسل حلو ، إلخ . بل إن ذلك ما نراه ونحسه فعلاً .

المعلم : لا ليست هذه هى الحقيقة ، هذا ما نراه ونحسه بالفعل ولكنه ليس كل الحقيقة ! . فالضوء الأبيض مثلا نراه أبيض ولكن إذا مررناه خلال منشور زجاجى فإنه يتحلل إلى ألوان سبعة هى ألوان الطيف المعروفة ، واذا حاولنا تعرف ماهية هذه الألوان ما وجدناها ألوانًا ، وإنما وجدناها موجات لا تختلف فى شىء إلا فى طولها وترددها . ولكن أعيننا لا تستطيع أن ترى هذه الموجات كموجات ولا تستطيع أن تحس بهذه الذبذبات ، وإنما كل ما يحدث أن الخلايا العصبية فى قاع العين تتأثر بكل نوع من هذه الذبذبات بطريقة مختلفة ومراكز البصر فى المخ تترجم هذا التأثر العصبى على شكل ألوان ، ولكن هذه المؤثرات الضوئية ليست ألوانا ، وإنما هى محض موجات واهتزازات والمخ بلغته الاصطلاحية لكى يميزها عن بعضها يطلق عليها هذه التعريفات التى هى - فى جوهرها - مجرد تصورات .

الفصيح : وماذا عن الحقول التى نراها خضراء ؟ أليست هى الأخرى بخضراء فعلا ؟

المعلم : كلا ، وإنما كل ما يحدث أن أوراق النبات تمتص كل الموجات الضوئية بكافة أطوالها ما عدا تلك الموجة ذات الطول المعين التى تدخل أعيننا وتؤثر فى خلاياها فيكون لها هذا التأثير الذى هو فى اصطلاح المخ « أخضر » .

الفصيح : معنى هذا أن اللون لا لون له ؟!

المعلم : اللون لا لون له إلا فى أعيننا ، إذ ما هو إلا مؤثر يفرقه المخ عن غيره بهذه الطريقة الاصطلاحية بأن (يلونه) .

الفصيح : وماذا عن الطعم ؟

المعلم : أمره نسبى .

الفصيح : لا أفهم .

المعلم : العسل مثلا فى فمنا حلو ولكن دودة المش لها رأى مخالف تمامًا فيه بدليل أنها لا تقربه ولا تتذوقه بعكس المش الذى تغوص فيه وتلتهمه التهاماً .

الفصيح : وماذا يعنى هذا ؟

المعلم : يعنى أن الحلاوةلا يمكن أن تكون صفة مطلقة فى العسل ، وإنما هى صفة نسبية إلى أعضاء التذوق فى ألسنتنا ، إنها ترجمتنا الاصطلاحية الخاصة للمؤثرات التى تحدثها ذرات العسل فينا .

الفصيح : معنى هذا أنه قد يكون لهذه المؤثرات بالنسبة للأعضاء الحسية فى حيوان آخر طعم مختلف ؟

المعلم : نعم ، قد يكون بالمرارة أشبه .

الفصيح : وماذا عن سيولة الماء وصلابة الجليد ؟

المعلم : إن الماء والبخار والجليد مادة كيميائية واحدة تتركب - كما تعلم - من الأيدروجين والأكسيجين متحدين بنسبة ٢ : ١ حجمًا وما بينها من اختلاف ليس اختلافًا فى حقيقتها وإنما هو اختلاف فى كيفيتها .

الفصيح : ماذا تعنى بالاختلاف فى كيفيتها ؟ .

المعلم : أعنى أن الحالة الغازية والسائلة والصلبة ما هى إلا مجرد ظواهر متعددة لجوهر واحد هو الماء ، وتتوقف كل ظاهرة منها على درجة تقارب الجزيئات أو تباعدها عن بعضها البعض .

الفصيح : وهل ينطبق ذلك على بقية المواد أم أنها حالة خاصة بالنسبة للماء فقط ؟

المعلم : إن جزيئات كل المواد حتى الحديد منفصلة عن بعضها البعض ، بل إن الجزىء نفسه مؤلف من ذرات منفصلة ، والذرة مؤلفة من بروتونات والكترونات منفصلة هى الأخرى ومتباعدة ، كل المواد الصلبة عبارة عن خلاء منثور فيه ذرات ، ولو أن حسنا البصرى مكتمل لأمكننا أن نرى من خلال الجدران ! . ولو كنا نرى عن طريق أشعة إكس لا عن طريق الضوء العادى لرأينا بعضنا عبارة عن هياكل عظمية !.. مرة أخرى إن رؤيتنا العاجزة هى التى ترى الجدران صماء وما هى بصماء !

الفصيح : إذن فنحن لا نرى الدنيا فعلا على حقيقتها !

المعلم : إنها جميعًا أحكام نسبية تلك التى نطلقها على الأشياء (نسبة إلى حواسنا المحدودة) وليست أحكامًا حقيقية والعالم الذى نراه ليس هو العالم

الحقيقى ، وإنما هو عالم (اصطلاحى) بحت نعيش فيه معتقلين فى الرموز التى يختلقها عقلنا ليدلنا على الأشياء التى لا يعرف لها ماهية أو كنها ! .

أعجوبة .. البعد الرابع !

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « البعد الرابع » أحد مفاهيم النظرية النسبية ، وقد مهَّد لشرح هذا المفهوم بقوله : إن أمر البعد الرابع لعجيب حقًا وغريب ، إذ على الرغم من ضرورة وجوده إلا أنه لا يمكن تصوره ! وهنا صاح الفصيح : إن ما أسمعه – أستاذى – هو العجب بعينه ، فلتوضح لى ماذا تقصد .

المعلم : إن أحد صور البعد الرابع بالنسبة للكائنات هو الامتداد الزمنى ، فإننا نستطيع أن نحدد بسهولة – وعلى سبيل المثال – أبعاد شخص ما تحديدًا دقيقًا . ولكن إذا فرضنا أن أبعاده قد ثبتت فلم تتغير لمدة أسبوع من الزمان ، فهل يمكن أن نقول بأن الشخص لم يتغير فيه أى شىء طوال هذا الأسبوع ؟ أم ترى يكون قد تغير فى عمره ؟ .

الفصيح : لقد زادت أيامه . أى أن هناك شيئًا ما قد تغير فيه وليس فى أبعاده الثلاثة المعروفة .

المعلم : نعم . الذى تغير فيه هو الزمن فلابد إذن من إضافة الزمن لذلك الشخص إذا أردنا التوفيق فى وصفه ، وهذا الزمن هو البعد الرابع له .

الفصيح : نحن نعلم أن الزمن يرتبط بدورات الشمس والقمر والأرض .

المعلم : إن الزمن المعروف بالساعة واليوم والشهر والسنة ما هو إلا مصطلحات ترمز إلى دوران الأرض حول نفسها وحول الشمس،أو بتعبير آخر ما هو إلا « مصطلحات لأوضاع مختلفة فى المكان » فالساعة هى دورة الأرض ١٥ درجة حول نفسها ، واليوم هو دورة كاملة ، والسنة هى التفافها الكامل حول الشمس ، حتى الساعة التى فى معصمك – يا فصيح – ما هى إلا انتقالات فى المكان (انتقالات عقرب على ميناء دائرى من رقم إلى آخر) .

الفصيح : وهل معنى هذا أن الزمان والمكان متصلان فى حقيقة واحدة ؟ .

المعلم : نعم . إن الزمان والمكان معًا فى « متصل واحد » .

الفصيح : ولكن الزمان والمكان دائمًا منفصلين فى أحاسيسنا .

المعلم : لأننا لا نرى الزمان ولا نمسك به كما نمسك بالأبعاد المكانية الأخرى ، ولا نعرف له معادلاً موضوعيًا خاصًا به كما للمكان ، ومع هذا فاتصال الزمان بالمكان حقيقة ، بدليل أننا إذا أردنا أن نتتبع الزمان فإننا نتتبعه فى المكان فنترجم النقلات الزمانية بأخرى مكانية . فنقول « فلان يكبر » ونقصد فى السن والحجم ، ونقول « وقت الغروب » ونقصد انحدار الشمس فى المكان بالنسبة للأرض، ونقول « اليوم والشهر والسنة » وهى إشارات للأوضاع المكانية التى تحتلها الأرض فى دورانها حول محورها وحول الشمس .

الفصيح : نعلم أن كل الساعات التى نستخدمها على الأرض مضبوطة على النظام الشمسى ، فهل النظام الشمسى هو النظام الوحيد فى الكون ؟

المعلم : لا ينبغى لنا أن نفرض تقويمنا الزمنى على الكون كله ونعتبر الوحدات التى نقيس بها وحدات مطلقة .

الفصيح : لا أفهم .

المعلم : هب أن إنسانًا يسكن كوكب عطارد مثلا ، فإنه سوف يجد للزمن دلالات مختلفة ، إذ إن عطارد يدور حول نفسه دورة كاملة كل ٥٩ يومًا (من أيامنا على الأرض) كما يدور حول الشمس دورة كاملة كل ٨٨ يومًا من أيامنا على الأرض) . وهوتقويم يختلف تمامًا عن تقويمنا على الأرض .

الفصيح : أيفهم من هذا أن الزمن مقدار لا معنى له إذا لم ينسب إلى النظام الذى اشتق منه ؟

المعلم : هذا صحيح . ولهذا لا ينبغى أن نفرض – كما قلت آنفًا – كلمة مثل « الآن » على الكون كله ، لأنها أولاً كلمة محلية ، وحتى إذا اقتصرنا على معناها الموضوعى وهو تواقت حدثين بمعنى حدوثهما فى ذات اللحظة ، فإن هذا التواقت لا يمكن أن يحدث بين أنظمة مختلفة لا اتصال بينها .

الفصيح : هل من مثال يوضح هذه النقطة ! .

المعلم : إن متكلمًا من نيويورك يمكن أن يخاطب فى التليفون متكلمًا آخر فى لندن ويكون الأول يتحدث فى ساعة الغروب بينما الآخر فى منتصف الليل ، ومع ذلك يمكننا أن نجزم بتواقت الحدثين وحدوثهما معًا فى اللحظة ذاتها ، والسبب أن الحدثين يحدثان معًا على أرض واحدة خاضعة لتقويم واحد وهو التقويم الشمسى ، ومن

الممكن استنباط فروق التوقيت ورد هذه الآنية (الحدوث فى آن واحد) إلى مرجعها وهو النظام الواحد .

الفصيح : وهل يمكننا القول بأن من الممكن أن تحدث مثل تلك الآنية على كوكب الأرض، وعلى كوكب آخر فى مجرَّة أخرى غير مجرتنا ؟

المعلم : مستحيل . لأنها أنظمة مختلفة ، والاتصال الوحيد بينها وهو الضوء يأخذ آلاف السنين لينتقل من أحدها إلى الآخر ، ونحن عندما نرى نجما من مجرَّة أخرى يخيل إلينا أننا نراه « الآن » ، ولكننا فى الحقيقة نراه فقط عن طريق الضوء الذى ارتحل عنه منذ آلاف السنين ليصلنا .

الفصيح : إذن نحن فى الواقع نرى ماضيه ويخيل إلينا أننا نعيش حاضره .

المعلم : أجل وقد يكون ذلك النجم فى الحاضر قد انفجر أو ارتحل بعيدًا عن مجال رؤيتنا وما نراه فى الواقع إشارة إلى ماض سحيق لم يعد له وجود بالمرة !

الفصيح : علمنا من الحوار السابق أن الزمن يرتبط بعلاقة حركة الأرض بالشمس ، فإذا ارتبط بغير الشمس فكيف يكون ؟

المعلم : يكون عجبًا ! . فتقنين الزمن يسبب مفارقات طريفة لا سيما للمسافرين إلى مسافات بعيدة حيث يكون الأمر أكثر وضوحًا .

الفصيح : وضح لى - أستاذى - بعض هذه المفارقات :

المعلم : إذا قام إنسان بطائرة من القاهرة فى السادسة صباحًا مثلاً قاصدًا بغداد ، وأخذت الرحلة ساعة واحدة ، فإنه يصل إلى بغداد وساعته تشير إلى السابعة ولكن الساعة فى بغداد تكون الثامنة ، فأين ضاعت هذه الساعة من عمره ؟!

الفصيح : ياله من أمر مثير ورائع ! .

المعلم : والعكس أروع ، إذ لو قام إنسان من بغداد الساعة السادسة ليصل إلى القاهرة بعد ساعة ، فإنه يجد أن الساعة فى القاهرة هى السادسة أيضًا ، وبهذا يكون قد أضاف إلى عمره ساعة كاملة هى مدة سفره !

الفصيح : وإذا كان السفر أبعد من ذلك ؟

المعلم : فالنتيجة أعجب إذ أن المسافر يغير ساعته بتقديمها أو تأخيرها حسبما يتجه شرقا أو غربا ، ويعتمد فى ذلك على خطوط الطول بحيث تكون الساعة

الزمنية مقابلة ١٥ درجة تقديمًا أو تأخيرًا ، واتفق على تحديد خط للتوقيت الدولى وهو خط الطول ١٨٠ وهو يقع فى المحيط الباسيفيكى ، وعبور هذا الخط فى الاتجاه نحو الغرب يفقد الإنسان يوما فى زمنه . فإذا كان الإنسان فى يوم الأربعاء مثلا وقطع هذا الخط فإنه يصبح ليجد نفسه فى يوم الجمعة ! ومن ثم لايكون قد عاش يوم الخميس إطلاقًا ! . وبالعكس إذا كان قد قطعه شرقا فإنه يصبح ليجد نفسه فى يوم الأربعاء مرة أخرى ، وبذلك يكون قد عاش يوم الأربعاء مرتين وكسب فى عمره يومًا ! .

الفصيح : وإذا كان السفر إلى خارج الأرض ؟ .

المعلم : لا شك أن الأمر يكون أكثر عجبًا وأشد غرابة ، حتى ليغدو وكأنه ضرب من ضروب الخيال .

الفصيح : إنى على أحر من الجمر لمعرفة صورة تقريبية لما يمكن أن يكون .

المعلم : لقد عرف عن طريق البعد الرابع أن الزمن يتمشى مع الحركة ، وأنه عندما تتسع المسافات الضوئية فإن الزمن ينكمش وعندما تنكمش المسافات الضوئية فإن الزمن يتمدد ، وهكذا كلما سافر الإنسان فى الفضاء بسرعة أكبر قل الزمن الذى يقطعه .

الفصيح : وهل ترتبط بالزمن التغييرات الطبيعية والكيماوية للإنسان ؟ .

المعلم : لو سار إنسان بسرعة الصوت مثلاً إلى كوكب بعيد جدًا ووصل إليه ثم عاد منه إلى الأرض فى فترة زمنية قضاها أهله فى انتظار عودته مقدارها عشرون عامًا ، فإنه يعود إليهم ولم يتغير عمره إلا بزيادة قدرها عام واحد ، فلو كان عمره وقت الرحلة ١٩ سنة وكان لديه ولد عمره سنة واحدة ، فإنه يعود وقد أصبح ولده أكبر منه سنًا !! ، إذ إن ولده أصبح عمره ٢١ عامًا بينما عمر الأب أصبح عشرون عامًا فقط ! ! .

الفصيح : يا له من أمر مثير !

المعلم : وهناك ما هو أشد منه إثارة . إذ لو قدر لإنسان أن يسافر بصاروخ سرعته ١٦٧٠٠٠ ميل/ث مثلاً ليقضى فى سفره عشر سنوات ، فإنه حينما يعود إلى الأرض سوف يكتشف أنه قد كبر فى العمر سنوات خمس فقط ، إنه يكبر ببطء لأن الزمن فى السرعات العالية يبطىء من إيقاعه لتصبح العشر سنوات خمس

فقط ! أما إذا انطلق بسرعة أكبر من سرعة الضوء ولمسافة أكبر كأن يطير فى صاروخ إلى سديم « اندروميدا » بحيث يطوى هذه المسافة التى يقطعها الضوء فى مليون سنة يطويها ذهابًا وإيابًا إلى الأرض فى ٥٥ سنة فقط !! فماذا يجد ؟ إنه يجد أن الأرض قد مضى عليها ثلاثة ملايين سنة فى غيابه !! لقد أبطأ به زمنه وكاد أن يتوقف بينما ملايين السنين تطوى على الأرض !

الفصيح : أعتقد أن هذا مجرد افتراض .

المعلم : بالقطع لأنه لا أحد يستطيع أن يتحرك بسرعة الضوء أو يتجاوزها ، ومستحيل على جسم مادى أن يخترق حاجز الضوء .

الفصيح : لكن إذا تصورنا - جدلاً - أن المستحيل تحقق .

المعلم : إذا اخترق هذا المسافر (العجيب) حاجز الضوء فإنه سيخرق فى اللحظة ذاتها حاجز الزمن ، ومن ثم يبرح الأرض اليوم ليعود إليها بالأمس !! حيث يعثر على نفسه حينما كان فى ذلك اليوم الذى ولى ، وتتواجد منه - لأول مرة - نسختان فى آن ! .

الفصيح : ما أروعها من رحلة ! كم أود أن أقوم بمثلها .

المعلم : يؤكد العلماء أنه لا يمكن لأى جسم مادى أن يتحرك بسرعة الضوء ، ولكن يمكن أن يتم ذلك عندما تتحرر روح الإنسان من جسده ، هل تود أن تقوم بهذه الرحلة يا فصيح ؟!

الفصيح : لابد أن يقوم بها كل إنسان يومًا ما إن آجلاً أو عاجلاً ، أراد أمْ لم يرد !

المعلم : هذا حق يا فصيح .

ثانيًا : من ميدان علم البيولوجيا

إذا ولدت البغلة .. هل تقوم القيامة ؟!

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « قوانين مندل » فى الوراثة . وبعد أن شرح القانون الأول « قانون انعزال الصفات » الذى ينص على أن « كل صفة وراثية فى الكائن الحى تمثل بعاملين وراثيين ينعزلان أو ينفصلان عند تكوين

الجاميتات » ، والقانون الثانى « قانون التوزيع الحر » الذى ينص على أن « مكونات الأزواج المختلفة من العوامل الوراثية تتوزع توزيعًا مستقلاً عند تكوين الجاميتات » ، ابتدره الفصيح قائلاً : هل إذا ولدت البغلة تقوم القيامة ؟!! .

المعلم : قبل الإجابة على هذا السؤال ، الذى هو بمثابة قول شائع ، يجدر بنا أن نعرف أولاً ما هى البغلة؟ . البغلة نتاج الحمار الذكر مع أنثى الحصان (الفرس) ، والبغلة حيوان عقيم لا يلد ، والبغل كذلك - وهو نتاج إخصاب الحمار للفرس أيضًا - غير قادر على الإخصاب ولهذا قيل فى الأمثال « إذا ولدت البغلة قامت القيامة ! »

الفصيح : ولكن ما السبب فى أن كلاً من البغلة والبغل عقيم ؟

المعلم : السبب هو اختلاط الكروموسومات التى تحمل الصفات الوراثية للحصان مع الكروموسومات التى تحمل الصفات الوراثية للحمار فى مبيض البغلة بطريقة غير منتظمة ، لهذا لا تنجح عملية الانقسام الاختزالى مما يؤدى إلى إنتاج بويضة غير قابلة للإخصاب .

الفصيح : معنى هذا أنه لا توجد أية حالة ولدت فيها البغلة أبدًا ؟

المعلم : حالات قليلة ، فقد حدث فى الولايات المتحدة أن بغلة من تكساس ولدت بغلاً حيًا عام ١٩٢٠ كان أبوه حمارًا ، ثم ولدت هذه البغلة مرة ثانية عام ١٩٢٣ مهرًا صغيرًا كان أبوه حصانًا ، وهذه بغلة أخرى من انديانا أخصبها حصان فولدت مهرًا عام ١٩٣٩ أبعد ما يكون شبهًا عن البغلة أو الحمار ، وفى نفس السنة أيضًا لقح حمار فى أريزونا بغلة فولدت بغلاً أخذت له صور سينمائية عند ولادته وعرضت فى الأماكن العلمية ، وفضلاً عن هذا فقد ولدت فى مصر بغلة !!

الفصيح : هل هذه مجرد أمثلة ؟

المعلم : هذه الحالات على سبيل المثال لا الحصر . وعلى العموم فهى تعتبر فى حكم الشاذ وغير المألوف .

الفصيح : هل لهذه الحالات الشاذة من تفسير علمى ؟

المعلم : إن البغلة التى ولدت فى كل من أمريكا ومصر ومثيلاتها من بغلات البلاد الأخرى تنتج بويضات قابلة للإخصاب، والسبب فى ذلك أن يتصادف أثناء عملية

الانقسام الاختزالى أن تنفصل كروموسومات الحصان عن كروموسومات الحمار ، أى أن البغلة فى تلك الحالة تكون مثل الفرس فى توريثها لصفات الحصان ، لهذا فإنها تلد بغلاً إذا أخصبها حصان .

الفصيح : ولكن ماذا لو أخصب الحصان حمارة ؟!

المعلم : النتاج فى هذه الحالة يكون بغلاً أقرب ما يكون للحصان فى شكله وخصائصه ، وهو نتاج غير مرغوب فيه لأنه أصغر من البغلة حجمًا وأضعف منها قوة وأقل قدرة على العمل ولهذا فوجوده قليل .

الشاهد الوحيد .. حبة لقاح !

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « التكاثر فى النبات » . وبعد أن شرح الدرس شرحًا وافيًا وتعرف التلاميذ على عضو التذكير فى الزهرة(الطلع) وعضو التأنيث فيها (المتاع) ، عرفوا أن من بين مكونات الطلع انتفاخ صغير يسمى المتك يحتوى على حبوب دقيقة تسمى حبوب اللقاح ، وفى هذه الحبوب تتكون الوحدات الذكرية .

وهنا أراد المعلم أن يقدم لهم إحدى الطرائف التى تتعلق بحبوب اللقاح ، فقال (بعد أن تأكد من استقرار التلاميذ وسكونهم) : « الشاهد الوحيد .. (كررها مرتين ثم سكت هنيهة وقال) .. حبة لقاح » . وهنا تساءل التلاميذ كيف تمثل حبوب اللقاح أمام ساحة القضاء ؟ وتصدرهم الفصيح قائلاً : إننا تعودنا أن يكون الشاهد إنسانًا عدلاً وقعت أحداث الجريمة أمامه ومثل أمام العدالة ليأخذ الحق مجراه كما يمكن أن يكون الشاهد أداة من الأدوات التى استخدمت فى الجريمة وفقًا لمقتضياتها كالمسدس أو السكين فى جرائم القتل مثلاً ، أما أن يكون الشاهد حبة لقاح ، فهذا ما لانقبله بل إنه شىء يدعو إلى الضحك حقًا .

وبعد أن نجح المعلم فى إثارة فضول تلاميذه واهتمامهم ، قال لهم : مهلاً أعزائى : أجل لقد كانت حبوب اللقاح فى خدمة العدالة ، وفى كثير من الجرائم - التى وقعت فى ظروف خاصة - كانت حبوب اللقاح هى الشاهد ، بل والشاهد الوحيد ، وإليكم المثال التالى :

وجدت جثة امرأة ملقاة فى إحدى غابات السويد ، وقد مضى على وفاتها شهر

من الزمان ، وثبت بالتحرى أن آخر مرة شوهدت فيها القتيلة كانت بصحبة أحد الشبان فى سيارته الخاصة ثم إختفت بعد ذلك وبسؤال الشاب أنكر هذه الواقعة وأثبت أنه كان فى ذلك الوقت فى بلدته التى تبعد مئات الأميال عن المكان الذى وجدت فيه الجثة ، ولكن المحقق لاحظ - عند فحصه الجثة - وجود آثار من الطين الجاف على ملابس القتيلة وحذائها ، فاستخلصها وأعطاها لمجموعتين من الباحثين المتخصصين فى تحليل التربة وعلم حبوب اللقاح ، وبعد الفحص جاءت نتيجة المجموعتين من العلماء متفقة تماما على أن العينات الطينية وما تحويه من حبوب لقاح لا تنتمى بحال من الأحوال لتربة الغابة التى وجدت بها الجثة ولا لنباتاتها الشجرية أو العشبية .

ولإتساع رقعة السويد التى تمتد حتى القطب الشمالى ، واختلاف مناخها فى المناطق المختلفة ، اختلفت غاباتها من حيث طبيعة التربة وأنواع الأشجار والنباتات العشبية التى تنمو بها ، وبالدراسة المستفيضة أمكن الاهتداء إلى الغابة التى يشبه تركيب تربتها تركيب البقايا الطينية التى وجدت على ملابس القتيلة وحذائها ، وأيد ذلك تشابه حبوب لقاح نباتات هذه الغابة مع حبوب اللقاح التى وجدت فى هذه البقايا الطينية كما أن هذه الغابة تقع على مقربة من بلدة المتهم . وبذلك ثبت أن المرأة قتلت فى الغابة المجاورة لبلدة المتهم ثم نقلت بالسيارة إلى الغابة التى وجدت بها الجثة أملًا فى إخفاء معالم الجريمة وإبعاد الشبهة عن القاتل ، ولكن هذه النتيجة التى توصل إليها العلماء عن طريق علم حبوب اللقاح قد خيبت أمله ، وكانت من أهم القرائن التى ساعدت العدالة على القصاص منه .

لبن ... العصفور !

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « العناصر الغذائية اللازمة للإنسان : مصادرها ، وتركيبها » . وبعد أن شرح المعلم الدرس شرحًا وافيًا ، ابتدره الفصيح قائلًا نسمع كثيرًا عن لبن العصفور ، فهل للعصفور لبن ؟ . إن بعض الناس يستخدمون هذا التعبير حينما يقصدون الشىء المستحيل .

المعلم : هذا غير صحيح . إذ إن للعصفور لبنًا كما لغيره من الطيور لبن لايختلف فى تركيبه الكيميائى عن لبن أى حيوان ، فهو يحتوى على مادة بروتينية

كازينوجين ودهن وسكر اللاكتوز ، وهذه هى نفس مكونات اللبن ، ولكن لبن الطيور عامة يختلف عن لبن الحيوانات الأخرى فى بعض خواصه الطبيعية لأنه ليس بسائل ، ولكنه على هيئة فتات أبيض اللون هش سريع التكسر أشبه ما يكون بفتات الجبن الأبيض .

ولقد ثبت أنه فى زمن حضانة البيض يتحور النسيج الداخلى لحويصلة الطائر تحورًا دهنيًا ويزداد سمك الغشاء المبطن لهذه الحويصلة فيبلغ فى الإناث مليمترًا ونصف،وفى الذكور ثلاثة مليمترات هذا علمًا بأن هذا الغشاء لا يزيد فى الأوقات العادية على جزء من عشرة أجزاء من المليمتر،وتفرز حويصلة الطائر هذا اللبن نتيجة للتحور الدهنى فى الغشاء المبطن لها ، وجدير بالذكر أن لبن الطائر تفرزه حويصلة الأنثى والذكر سواء بسواء ، ولذلك يشترك الذكر والأنثى فى إطعام صغارهما .

ولعلكم رأيتم – أعزائى التلاميذ – عصفورة تضع منقارها فى فم أفراخها، وربما اعتقدتم أنها تطعمها حبة من قمح أو من شعير ، ولكنها فى الواقع تطعمها لبنًا حقيقيًا تكون فى الحويصلة ثم استرجعته إلى فمها ثم إلى منقارها ومنه إلى أفراخها .

الفصيح : إذن فلبن العصفور حقيقة وليس خرافة !

المعلم : أجل ومازال بعض العلماء إلى وقتنا هذا يستخدمون طائرًا كالحمام مثلاً فى معايرة هرمون الغدة النخامية المدر للبن .

السبب ... رمشة عين !

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « العين فى الإنسان » .. وبعد أن بين المعلم أن هناك عوامل عديدة تحفظ للعين سلامتها مثل وضعها المتميز والجفون والدموع ، الخ ، سأله الفصيح : بما تفسر – أستاذى – كيف تبصر العين طوال النهار وزلفًا من الليل دون أن نشعر بأى إجهاد فى البصر ؟

المعلم : إن السبب عزيزى الفصيح – رمشة العين .

الفصيح : هل رمشة العين البسيطة هذه ، التى تحدث فى وقت وجيز وبطريقة تلقائية ، هى السبب فى عدم إجهاد العين ؟!

المعلم : ترمش العين فى الأحوال العادية لا إراديا من خمس إلى خمسين مرة فى الدقيقة ،وفى المتوسط عشرين مرة فى الدقيقة بالفعل المنعكس دون أن نشعر كما ترمش العين فى الأحوال الطارئة ، مثلما يحدث عندما يلامس أى شىء أهداب الجفون ، أو تتعرض العين لضوء ساطع أو حينما يقارب العين عرض مفاجىء ، كما ترمش العين ويذرف الدمع إذا اقترب من العين شىء مهيج أو دخلها جسم غريب .

الفصيح : ولكن لماذا ترمش العين فسيولوجيا ، أى فى الأحوال العادية ؟

المعلم : هذا هو السؤال المفروض أن يثار بعد المقدمة التى ذكرتها . وفى مجال توضيحنا لرمش العين فسيولوجيا ، نقول :

أولا : يلاحظ أن بالعين غلالة رقيقة من سائل شفاف يغطى القرنية وهذا السائل تفرزه الغدد الدمعية بكميات قليلة لا تتعدى ما يتبخر منه عن طريق ملتحمة العين ، وهذا السائل يسهل حركة الأجفان وهو سائل مطهر يقلل من عدد الميكروبات فى العين ويحافظ على سلامتها ، وهذه الغلالة الرقيقة من السائل الدمعى تتجدد بواسطة عملية رمشة العين .

ثانيًا : إذا فرضنا أن العين ترمش عشرين مرة فى الدقيقة فى المتوسط أى مرة كل ثلاث ثوان ، وحيث أن من المعلوم أن رمشة العين تستغرق ثلاثة أعشار الثانية ، فمعنى ذلك أن عشرة فى المائة من وقت الرؤية يعتبر ظلمة كاملة بالنسبة للعين فكأننا إذا نظرنا عشر ساعات فى ضوء النهار ، فقد تتخلل هذه الساعات ساعة كاملة أظلمت فيها العين ظلمة كاملة ، أى أن مدة الإبصار الحقيقية فى عشر ساعات كانت تسعًا فقط ، وهكذا تستريح العين على فترات متتالية قصيرة منتظمة فتقوى على الرؤية الواضحة طوال اليوم .

ويتضح من هذا أن رمشة العين ، فضلًا عن أنها تحفظ العين ، فإنها تجدد الغلالة الرقيقة من السائل الدمعى المطهر للعين ، كما تفسر كيف تبصر العين طوال النهار وجزءًا من الليل دون أن نشعر بأى إجهاد بصرى .

عندما يصبح الفول .. قائدًا :

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « أهمية النباتات البقولية » وقبل أن ينبس

ببنت شفة أو يعدد الفوائد التى تعود على الإنسان من البقوليات من بروتين يبنى به جسمه ، وتخصيب لتربته الزراعية ، إلخ ، نظر إلى تلاميذه حتى استقروا تمامًا وخشعت أصواتهم فلا يكاد يسمع لهم إلا همسًا ، ثم قال : عندما يصبح الفول قائدًا ! . هنا زاد التلاميذ وجومًا على وجوم ولم يعبر عن دهشتهم سوى نظرات حائرة صوبوها إلى المعلم تارة وإلى زملائهم تارة أخرى .

ولكن الفصيح لم يستطع إلى هذا الوجوم سبيلا ، فبادر المعلم : إن القواد - كما نعرفهم - هم بشر ، أناس عظام قادوا البشرية فى مجالات الحياة المختلفة حربية كانت أم سياسية أم اجتماعية ، أما أن يكون القائد نباتًا نأكله فهذا ما لم يجل بالخاطر وما لم ننتظر عليك حتى تكمل الحصة كعادتك ، إننا عطشى لمعرفة كيف أصبح الفول قائدًا .

وبعد أن أفرغ التلميذ مقولته ، أردف المعلم .. ولكن مهلاً عزيزى الفصيح ، لقد أصبح الفول قائدًا فعلاً ولإحدى الحروب العالمية ، وسوف أوضح لكم الأمر قبيل انتهاء الحصة ، وهنا ثارت ثائرةالتلاميذ ، وهمهموا : فول . قائد .. حرب عالمية ! لا . لا . إننا لن نستطيع عليك صبرًا ، ولكن المعلم أكد لهم أنه سوف يشرح لهم هذه الطرفة فى نهاية الحصة ، وأخذ عليهم موثقًا .

وما أن أثار المعلم من اهتمام تلاميذه وشحذ من تتبعهم للدرس ، شرع فى شرح الفوائد المختلفة للنباتات البقولية والتلاميذ معه متجاوبون ومتفاعلون ، إلا فصيحًا منهم طلب من المعلم شرح الطرفة فى منتصف الحصة ، وهنا ذكَّره المعلم بما بينهم (أى بين المعلم والتلاميذ) من ميثاق ، وقال له : « لقد جئت شيئًا نكرًا » فاعتذر الفصيح قائلاً : « لا تؤاخذنى بمانسيت ولا ترهقنى من أمرى عسرًا » . فانطلق المعلم يواصل درسه .. وحان الموعد المرتقب ، إن الحصة أشرفت على الانتهاء إذ لم يبق منها سوى دقائق خمس أو نحو ذلك ، وهنا استطرد المعلم والتلاميذ له منصتون ... لم يدرك الكثيرون مدى بعد نظر هتلر عندما أصدر أوامره بخزن كميات كبيرة من نبات معين قبل اشتعال نيران الحرب العالمية الثانية ، وعرف بعد الحرب أنه كان قد اختزن كمية ضخمة من حبوب فول الصويا ، ولذلك توفرت لديه خامات قلما تتوافر فى نبات واحد ، فقد أمكنه استخلاص زيت الجلسرين منه ، وهو المادة الأساسية فى صناعة المفرقعات اللازمة

للحرب ، وإلى جانب ذلك تتعدد المواد الكيماوية التى يمكن أن تستخلص من هذا النبات العجيب ، كما تتعدد فوائده إلى درجة تجعله يفوق الفحم الحجرى فى كثرة منتجاته .

ثم استطرد المعلم فى شرح مجالات الاستغلال : من صنع خبز من حبوبه غنى بالفيتامينات والأملاح المعدنية ، إلى استخلاص زيوت تستعمل فى الطعام ، إلى عمل مشروب من مسحوق كاللبن مذاقًا ولونًا وفائدة ، إلى إعداد علف للحيوان من قشوره أو سماد للأرض أو وقود للحريق ، إلخ .

وهنا اختتم المعلم درسه قائلًا : ألم أقل لكم إن الفول (فول الصويا) قائدًا ، قائدا فى الحرب وقائدا فى السلم ، وما أحرانا أن نتوسع فى زراعته فى مصر لأن قيمته الغذائية تكاد تقترب من قيمة البروتين الحيوانى فنحل بذلك أزمة اللحوم ، وخاصة أن زراعته تجود حيث يمكن زراعة القطن والذرة .

إن غاب القط .. !

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « صور العلاقات بين الكائنات الحية » . وقد قام المعلم بتقسيم هذه العلاقات إلى : علاقات بين أفراد النوع الواحد ممثلة فى التنافس والتعاون ، وعلاقات بين الأنواع المختلفة من الكائنات الحية ممثلة فى التطفل والترافق (التكافل) والافتراس والرمية ، وفى شرحه لكل علاقة من هذه العلاقات كان يذكر أمثلة متعددة لكل منها ثم يترك الفرصة لتلاميذه لاستخلاص العنصر المشترك بينها وتجريده للتوصل إلى المفهوم ، ففى مفهوم التطفل مثلا ذكر الأمثلة التالية :

(ا)	(ب)
١ – البلهارسيا	الإنسان
٢ – الهالوك	الفول
٣ – الحامول	البرسيم
٤ – الدودة الكبدية	الماشية والأغنام

واستخلص التلاميذ العنصر المشترك بين الكائنات التى فى العمود الأول والتى فى العمود الثانى ، وهو معيشة كائن حى على حساب آخر ، ثم قاموا بتجريد هذا

العنصر أى إعطائه اسمًا وهو كلمة « تطفل »[١] .

وعندما وصل إلى علاقة الافتراس ، ذكر المثال الشهير الخاص بافتراس القطط للفيران ، وما إن ذكر هذا المثال حتى صاح الفصيح متلهفًا : ولكن يا أستاذ وما سبب العداوة بين القط والفأر ؟! واستطرد : ... إن بين القط والفأر عداء قديم وتحفز دائم حتى أصبحت البغضاء بينهما مضرب الأمثال .

وهنا قال المعلم : مهلاً عزيزى الفصيح لنسمع القصة من أولها حتى يتبين لنا الحق من دونه :

يظن الكثيرون أن عداء القطط للفيران شعور غريزى فى القطط فهى دائمًا مستعدة لمطاردتها والفتك بها أكلتها أم تركتها ، والواقع أن هذا غير صحيح ، إذ لو وضعت قطة صغيرة كانت أم كبيرة ولكنها لم تر الفيران من قبل مع فأر فى قفص واحد ، فسوف تعجب أشد العجب للصداقة الشديدة التى تتوطد بينهما فى وقت وجيز ، ولو أخذت هذه القطة ووضعتها مع فأر آخر فى قفص واحد لوجدت أنها لا تألو جهدًا فى مصادقته وملاطفته ، وقد أكد العلماء بمختلف التجارب أننا إذا وضعنا عددًا من القطط ، التى لم تر الفيران من قبل ولم تر غيرها من القطط تقتل فأرًا ، فى قفص واحد مع عدد من الفيران فإنها لا تمسها بسوء .

وهنا ثارت ثائرة الفصيح : إذا كان الحال كذلك ، فكيف نشأت العداوة بين القط والفأر ؟ وهنا هدَّأ المعلم من روعه ، وأردف قائلاً : ... الواقع أن الطبيعة قد جعلت للقطة الصغيرة مخالب ، وأودعت فيها ميلاً للعب والقفز على الأشياء الصغيرة المتحركة أياً كان نوعها ، ولذلك فهى تجد متعة فى مطاردة الفأر ، وإذا ما رأت القطط الكبيرة تفترس الفيران شاركتها فى قتلها وتعودت الفتك بها ووجدت فى ذلك لهوًا ومتعة ، وهذا ما يحدث دائمًا فى الغابات حيث تصطحب أنثى الحيوان المفترس صغارها لتعليمها كيف تقتنص صيدها أو تتركها فى جحرها وتحضر إليها صيدًا فتعلمها كيف تقضى عليه وتمزقه إربا ، فأنثى الأسد مثلا تحضر الغزال الجريح لتعلم أشبالها كيفية القضاء عليه ، كما تحضر القطة الكبيرة الفيران وهى فى سكرات الموت لتعلم صغارها الفتك بها .

---

(١) تعد هذه الطريقة من أفضل الطرق لتدريس المفاهيم من وجهة نظر المؤلف .

وما أن فرغ المعلم من توضيحه حتى عقب عليه الفصيح قائلًا : ولكننا نرى أحيانًا أن بعض القطط تقتل الفئران ولا تأكلها، فهل لذلك من سبب ؟! .

المعلم : سبب ذلك أن القطط حين تقتل الفيران تتلوث أظفارها بالدم فتلعقها مصادفة ، فإما أن تستسيغ طعم الدم فتأكلها وإما أن تعافه فلا تقربها ، وتكتفى بالمتعة فى مطاردتها والسرور بقتلها . ومن القطط أيضًا – وقد تعجبون لهذا أعزائى التلاميذ – ما يعيش على غذاء نباتى وهذه تكتفى بقتل الفيران ولا تأكلها مطلقًا .

الفصيح : نفهم من كلام أستاذنا أن عداء القط للفأر ليس غريزيًا أو سليقيًا ولكنه عادة مكتسبة علمتها القطة لأولادها ، وشاهدتها القطط الصغيرة فقلدت القطط الكبيرة وشاركتها متعة اللهو بها والسرور بقتلها .

المعلم : أجل يا فصيح ، هذا عين ما قصدت ، ومن الطريف أيضًا أن تلاحظ أن جميع القطط على اختلاف سلالاتها لابد أن تدفن برازها فتهيل عليه التراب ، وهذه عادة القطط دون غيرها من صنوف الحيوان ، وقد ثبت أن لبراز القطط رائحة خاصة تميزها الفيران من مسافات بعيدة ولهذا حرصت القطط دائمًا على إزالة هذه الرائحة بدفنها فى التراب حتى لا تفطن الفيران إلى أماكنها !!

خدعوك فقالوا .. وحم الحوامل حقيقة لا خرافة !

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « الوراثة فى الإنسان » وبعد شرح أهم القوانين الوراثية وتطبيقاتها على الإنسان ، سأل الفصيح : أستاذى – ما رأيك فى وحم الحوامل ، أهو حق أم خرافة ؟ .

المعلم : هل تقصد أن هناك حقًا علاقة بين اشتهاء الحامل للطعام وظهور ما اشتهته على جلد المولود ؟

الفصيح : هذا ما قصدت .

المعلم : الواقع أن للاعتقاد فى تلك العلاقة جذور قديمة ليس فقط على مستوى الوطن العربى وإنما تمتد لتشمل كل بلاد العالم المتحضرة والبدائية .

الفصيح : هل من طرائف فى هذا المجال ؟

المعلم : لعل من أطرف أمور الوحم تلك الحالة التى كتب فيها رجل إلى أحد محررى إحدى الصحف يسأله النصيحة فى اشتهاء زوجته الحامل ليس لطعام

أو شراب ولكنها تشتهى أن يشترى لها أثاثًا جديدًا غاليًا ، فهل يمكن أن تظهر مفردات هذه الوحمة على جسم المولود إذا لم يستجب لوحم الأم ؟! .

الفصيح : وهل يمكن أن يدفع هذا الدلال الأنثوى غير المحتمل من السيدات الحوامل بأزواجهن إلى الاستجابة لمطالبهن مهما كان الثمن فادحًا ؟! .

المعلم : أجل فلكون الأزواج يعتقدون فى ظاهرة ارتباط اشتهاء زوجاتهم لأنواع نادرة من الطعام وظهور « الوحمة » على جلد المولود فى حالة عدم إجابة رغباتهن ، هذا الاعتقاد يجعلهم ضعفاء أمامهن فيستجيبون لهن ، ثم أن ذلك قد يكون بدافع المحافظة على المولود من كل ما يسىء إليه من وحمات قد تأتى أحيانا بتشوهات ، وقد يذهب دلال الحوامل إلى منتهاه فيطلبن تأثيث البيت وتجهيز المطابخ وما شابه ذلك على حساب المولود القادم الذى لا يدرى كم من الحماقات ترتكب باسمه ، وهو لا يزال بعد جنينًا فى بطن أمه !

الفصيح : ولكن هل يتوحم الرجل مثلما تتوحم المرأة ، أم أن الوحم مقصور على النساء فقط ؟ ! (هنا ثارت همهمة زملاء الفصيح وتعالت الأصوات بإسكاته لأنه سأل سؤالا يخرج على حد المعقول ، ولكن المعلم هدأ من ثورتهم) .

المعلم : قد تتعجبون – تلاميذى الأغزاء – من رجال يتوحمون ! صحيح أن الرجال لا تحمل ولا تلد ، ولكن دراسة سيكولوجية أجراها دكتور « تريثوان » أستاذ علم النفس بجامعة برمنجهام بإنجلترا أوضحت أنه من بين كل تسعة رجال يوجد رجل واحد تصيبه حالة الوحم ، وأيا كانت الأمور فإن دكتور «تريثوان» يعلل هذه الحالة أو « الاكتشاف » الغريب بأنه انعكاس نفسى أو رد فعل لما يصيب الزوج من زوجه الحامل .

الفصيح : ولكن هل لظاهرة الوحم من تفسير ؟

المعلم : تعرضت ظاهرة الوحم التى تصيب الحوامل لكثير من الجدل والتحليل والتفسير فمن قائل أن شهية الحامل لأطعمة معينة أمر طبيعي لأنها تأكل لاثنين ، وهذا ظن خاطىء .

الفصيح : لِمَ ؟ .

المعلم : لأن الجنين لا يشارك الأم مشاركة فعلية فيما تأكله بل يحصل على حاجته من المغذيات التى بدم أمه ، ثم إن هناك من تشتهى الطعام بشراهة وهى

مازالت فى بداية الحمل ، وعند هذه المرحلة يكون الجنين فى حجم حبة الفول أو ثمرة التوت ، ولا يمكن أن يكون هذا الجنين مسئولاً عن هذه الشراهة الزائدة .

الفصيح : وهل من تفسير آخر ؟

المعلم : يعتقد البعض أن اشتهاء الحامل لأطعمة خاصة إنما يرجع إلى كون هذه الأطعمة غنية بعناصر محددة يحتاجها الجسم والجنين ليسير كل شىء فيهما متوازنًا ، ومن ذلك مثلاً اشتهاء أكل الكبد لأن الكبد غنى بالحديد .

الفصيح : هل هناك من تفسير سيكولوجى لظاهرة الوحم لدى الحوامل ؟ .

المعلم : لعلماء النفس وجهة نظر أخرى ، فعندما ترى الحامل زوجها وهو حر طليق بدون أعباء كتلك التى تنوء بحملها ، عندئذ قد توسوس لها نفسها وتشغله بطلباتها ، أو ربما تذهب بعضهن إلى اعتبار أنفسهن فى هذه الفترة « ملكات » غير متوجات ، ولابد من خدمات خاصة تقدم إليهن فيطلبن ما تشتهيه الأنفس وتقربه الأعين .

الفصيح : ولكن لماذا ترتسم على بشرة بعض المواليد « وحمات » من خضراوات وفواكه وكبد وكلاوى ، إلخ ؟! . أو بمعنى آخر ما هو التفسير العلمى الصحيح للوحمة ؟ .

المعلم : « الوحمة » أو العلامة الجلدية ليست فى حقيقة الأمر إلا نموًّا شاذًّا لخلايا خاصة فى البشرة أو انفصالاً لشعيرات دموية أو ليمفاوية أثناء تكوين الجنين ، وهى ما يطلق عليها اسم الأورام الوعائية الدموية ، وهذه قد تتخذ أشكالاً شتى فأحيانًا ما تكون مسطحة وغير بارزة وأحيانًا أخرى قد تبرز فوق الجلد قليلاً وتتخذ شكل التين أو الفراولة أو ما شابه ذلك ، أو تبدو مستديرة وحمراء إسفنجية الملمس وبارزة بوضوح على الجلد ، وبعضها قد يكون مستديرًا أو نجميا ، إلخ .

الفصيح : ولكننا نلاحظ أن الوحمة قد تظهر فى الجنين عند ولادته ، أو قد لا تكون موجودة ثم تظهر فيما بعد أثناء نموه .

المعلم : هذه الملاحظة هامة جدًّا يا فصيح ، وهى تنفى علاقة « الوحمة » بشغف الأم بنوع معين من الطعام ثم أن « الوحمة » تنتشر بين الناس فى كل أنحاء

العالم بنسب متفاوتة ، وعلى حسب نوع الخلايا الداخلة فى تكوينها يتحدد شكلها وملمسها ولونها وما إذا كانت تحتوى على شعر أو غدد دهنية أو أية تركيبات أخرى خاصة ، وتختلف ألوانها من البنى الفاتح إلى الأزرق الرمادى .

الفصيح : هل يمكن أن تضر « الوحمة » بالإنسان بشكل ما ؟

المعلم : تقصد هل يمكن أن تتحول بعض « الوحمات » إلى نوع من سرطان الجلد .

الفصيح : هذا ما قصدت .

المعلم : يمكن ذلك ، خاصة إذا كانت « الوحمة » من ذلك النوع الناعم الملمس المسطح ذى اللون الغامق والموجود بصفة خاصة فى الأطراف السفلى ، وعلى العكس من ذلك فإن الوحمات ذات الشعر والمميزة باللون البنى الفاتح والتى تظهر على المولود عند ولادته ، وهى الوحمات السائدة ، نادرًا ما تؤدى إلى أية تغيرات سرطانية مدى الحياة .

الفصيح : ولكن ما هى العوامل التى قد تساعد على تحول « الوحمة » إلى سرطان جلدى ؟

المعلم : من أهم هذه العوامل تعرضها للرضوض أو الاحتكاك أو لعمليات استئصال غير كاملة أو غير دقيقة ، وعلى هذا الأساس فمن المحتم أن يسارع الإنسان إلى أحد الأخصائيين إذا بدرت بادرة تشير إلى تغير فى لون « الوحمة » أو شكلها أو حجمها أو ملمسها ، لأن ذلك دليل على أن (الفتنة) كانت نائمة ثم استيقظت لتضرب ضربتها .

الفصيح : ما هى الوسائل التى يمكن بها إزالة « الوحمات » ؟

المعلم : توجد وسائل كثيرة لإزالة « الوحمات » منها العمليات الجراحية (فى الحالات المشكوك فيها سرطانيًا) أو العلاج بالأشعة أو الكى بالكهرباء أو المواد الكيميائية المناسبة أو الوخز بالإبر وهو ما يعرف بالوشم ، وبديهى أن لكل نوع من « الوحمة » نوعًا من العلاج .

الفصيح : إذن « فالوحمة » ليست لها علاقة « بدلال » بطون الحوامل ؟

المعلم : أجل يا فصيح .

الحنان .. فى عالم الحيوان !

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس «سلوك الحيوان» وقد تطرق المعلم إلى الأساليب المختلفة التى يلجأ إليها الكائن الحى للحفاظ على نوعه، ومنها رفقه بصغاره وحنوه عليهم، ويبدو أن هذا الموضوع قد راق للفصيح فراح يقول :

الفصيح : نحن نعلم - أستاذى - أن عاطفة الأمومة تسمو على غيرها من العواطف ، وتتحمل الأم فى سبيلها من الآلام ما لا طاقة لغيرها عليها ، وفى سبيلها يهون كل ما تلاقى من عذاب وتحتمل من تعب ونصب ، ومن عجب أن الإنسان دائمًا ما يطلب تأخير كل ما يتصل بحياته من جراحة أو تمريض فيما عدا الأم التى تتعجل وضع وليدها على الرغم مما فى عملية الوضع هذه من آلام تتفق كافة الآراء على شدتها ، والأمثلة على تضحية الأم بنفسها من أجل و ليدها كثيرة وتكاد لا تقع تحت حصر ، كما أن تعلق الأم بطفلها وسهرها عليه وحبها له لما هو مضرب الأمثال، ولكن هل يقتصر هذا العطف والحنان على الإنسان أم يتعداه ليشمل عالم الحيوان ؟

المعلم : إن عاطفة الأمومة أوضح ما تكون فى الحيوانات حيث تأتى فى سبيل وليدها من العجائب ما يحير العقول .

الفصيح : هل من أمثلة ؟ .

المعلم : الأمثلة كثيرة فالقطط والكلاب التى تحمل أولادها بأنيابها الحادة المخيفة وتعدو بها المسافات الطوال دون أن تخدش جلدها ، والخفاش الذى يطير وصغاره معلقة به وهو ينوء بحملها ولا يضعها إلا حيث الأمان ولو اقتضى منه ذلك طيران الليالى بأكملها ، وحمل أنثى حيوان الكنجارو لوليدها فى كيس بطنها والقفز به بعيدًا عن مناطق الخطر ، كل هذه أمثلة توضح إلهامًا من الله لعاطفة هى من أرق العواطف وأخلصها .

الفصيح : سبحان الله ! ولقد سمعت أيضًا فى ذلك عجبًا يتعلق بحيوان يدعى « الأكسيلوكوب » ، فهل من بيان للحنان فى عالم هذا الحيوان ؟

المعلم : إن من أروع الأمثلة على الحنان ما نجده فى ذلك الحيوان الذى يعيش منفردًا فى فصل الربيع ومتى باض مات حيث لا ترى الأمهات صغارها ولا تعيش

لتساعدها فى غذائها لمدة سنة كاملة،لذا نرى الأم تعمد إلى قطعة من الخشب فتحفر فيها حفرة مستطيلة،ثم تجلب طلع الأزهار وبعض الأوراق السكرية،وتحشو بها ذلك السرداب،ثم تبيض ثم تأتى بنشارة الخشب وتجعل منها عجينة لتكون سقفًا لذلك السرداب،وتصنع بعد ذلك سردابًا آخر ، فمتى فقس البيض وخرجت منه اليرقات كفاها الطعام المدخر سنة كاملة !

الفصيح : ولقد قرأت أيضًا عن حشرة الزنبور الحفار .

المعلم : نعم تحفر أنثى تلك الحشرة نفقًا فى الأرض تضع فيه بيضها ، وبعد أن تحفر النفق لا تضع فيه البيض مباشرة ، بل تبحث عن دودة تلسعها لسعة تخدرها ولا تميتها ثم تسحبها إلى داخل النفق وتضع عليها البيض وتسد النفق وتموت الأنثى عن بيض قد توافر ليرقاته بعد فقسه ما يكفيها من القوت !

الفصيح : لقد قرأت كذلك عجبًا عن قدرة إناث بعض الطيور على وضع بيض بدلاً من بيضها الهالك حفاظًا على نوعها !

المعلم : لعل من أعجب ما اكتشفه العلم – يا فصيح – أن كل إناث الطير من أى نوع تضع من البيض عادة نفس العدد الذى تضعه فى كل بطن ، فبعضها يضع من ثلاث بيضات إلى خمس ثم إلى ست وهكذا ، ولكنه لوحظ – وهذا هو الغريب – أنه إذا رفع من تحتها بعض بيضها وضعت بدلاً منه لتساويه فى العدد . وهذه القدرة على إنتاج البيض تكاد تكون عجيبة لا يصدقها عقل ! . فقد عمد بعض علماء الطيور إلى طائر النقار فأخذوا من وكره كل بيضه ما عدا واحدة وظلوا يكررون أخذ البيض ليروا إلى متى يظل يضع من البيض بدل ما سرق منه ، فوضع الطائر الذى حيره الأمر ٧١ بيضة فى ٧٣ يومًا !

الفصيح : أستاذى نعلم أن حزن الأم على فقد وليدها لما هو مضرب الأمثال فى الإنسان ، فهل من الحيوان ما يأتى من ضروب الحزن والألم فى هذا المجال ؟

المعلم : بل وربما أكثر ، فحزن الناقة على صغيرها والكلبة على جروها لما يتوارد فى الأحاديث على سبيل العبرةوالعظة . وقد ضربت الخيل أروع الأمثلة فى هذا الشأن . ومن يشاهد حياتها يعرف أن الفرس إذا مات صغيرها نهنهت عليه بصوت مسموع ، وكثيرًا ما يقبض الحزن عليها ويستبد بها فتأتى من الأعمال ما لا يصدقه العقل ، فهذه الفرس التى صاحت وبكت حتى فاض الدمع من

عينيها لموت صغيرها وتملكها الجزع حتى أنها توحشت ولم يستطع إنسان أن يقترب من جسد صغيرها ، وما أن هدأت وحمل جسد الصغير حتى سارت خلفه ، ولما دفن لازمت قبره وأضربت عن الطعام والشراب ولم تفد معها أية محاولة حتى كان موتها هو المنقذ لها والملاذ ! .

الفصيح : ولكن ماذا عن الحيوانات المفترسة ؟ هل هى كذلك « مفترسة » لأبنائها ؟ .

المعلم : لتستمع - يا فصيح - إلى الأمثلة التالية ثم أحكم :

● إن وحيد القرن قد يفقد حياته فى سبيل دفاعه عن صغاره .

● وفرس البحر ، على ضخامة جثته وغلظ جلده ومنظره العام الذى يدخل فى روع الناظر إليه أنه فاقد الإحساس ، يمتاز بعطف وحنو شديدين على ابنه الصغير ويثور بعنف للدفاع عنه ، وإذ ذاك يكون شديد الخطر لأنه يستطيع أن يقاوم عشرة رجال ويغلبهم على أمرهم !

● وأنثى الفيل تكون فى العادة هادئة وديعة ، ولكنها تثور وتغضب وترتعد وتنتفض إذا مس الضر ابنها وتدافع عنه حتى آخر رمق فى حياتها ، وقد تصيبها المقذوفات النارية ويتقاطر الدم منها غزيرًا ولكنها لا تنفك عن الذود عن صغيرها حتى يدركها الموت ! .

● وأنثى الحوت تحب ابنها الرضيع حبًا جمًا ، وتلازمه سنة كاملة تغذيه فيها وتصونه وتحميه ، ولكن إذا مسه ضر أصابتها ثورة من الجنون وأصبحت أفظع حيوان فى الطبيعة ، فيمكنها إذ ذاك أن تحطم قاربًا كبيرًا وترسل من فيه إلى الهلاك ، وهى تبقى إلى جانب صغيرها مستميتة فى الدفاع عنه حتى بعد موته إلى أن تخر صريعة بجانبه !!

● والدب الأبيض معروف بقوته وشراسته ، وقد قست عليه الطبيعة فأحاطته بالجليد الدائم والبرد القارس ، ولكن فى ضلوعه حرارة تستعر بالحنو الأبوى على صغاره بدرجة قد تفوق حنان الآدميين ! .

الفصيح : إن « الدبة » التى قتلت صاحبها تفيض إلى هذه الدرجة بحنانها على صغارها ؟!

المعلم : لتستمع إلى هذه القصة التى رواها بحارة السفينة « كاركاس » :

جمد الماء على هذه السفينة فى الأصقاع الشمالية وتعطلت فترة عن المسير وخرج البحارة يومًا على الجليد وأوقدوا نارًا للتدفئة وأشعلوها بقطع كبيرة من دهن الحوت ، وإذ ذاك أقبلت نحوهم دبة وجروان صغيران وقد ظهرت عليهم جميعًا إمارات الجوع المبرح ، ففر البحارة إلى السفينة واقتربت الدبة من النار ، بعد أن تركت ولديها بعيدًا عنها ، ثم مدت مخالبها فى النار معرضة نفسها للهلاك ، وانتشلت قطعة كبيرة من الدهن وسارت بها نحو ولديها ! .

ورمى البحارة قطعًا من اللحم فأسرعت الدبة لالتقاطها واتجهت بها تريد توزيعها على ولديها ، وإذ ذاك أطلق البحارة بنادقهم فأصابوها مع ولديها . وهم يقولون:إن الدموع سالت من عيونهم عندما رأوا حزن الأم وفزعها ، وهى لم تفهم - بالطبع - هذه الطريقة « الجديدة » فى الاغتيال إذ لاعهد لها بها من قبل ، ولم تهتم بما أصابها وركزت عنايتها على ولديها،وأخذت تلحس جروحهما وتقدم إليهما اللحم والدهن ، ولكن جرح الصغيرين يبدو أنه كان عنيفًا فقد فارقا الحياة ، فصاحت الأم صيحة ألم وفزع مدوية وأدركت أن الرجال فى السفينة هم المسئولون عن هذه الكارثة ، فكشرت عن أنيابها، وزمجرت بصوت كالرعد وأسرعت نحوهم تريد افتراسهم بالرغم من أن الدم كان يتدفق من جرحها ، ولكنهم أصابوها ببنادقهم وقضوا عليها ، فأراحوها من الحزن والألم .

الفصيح : ألا مارقة عاطفة الحيوان « المفترس » وألا ما أشد قسوة الإنسان ! .

المعلم : إن تعليقك هذا يتجسد تمامًا - يا فصيح - فى رقة عاطفة عجل البحر على صغاره وقسوة الإنسان عليه .

الفصيح : كيف ؟! .

المعلم : من عادة عجل البحر أن يربى صغاره على صخرة عالية بجانب الماء وكثيرًا ما يذهب الصيادون لاختطافها لأن جلدها صالح لصنع معاطف السيدات . وقل أن يوجد فى الطبيعة مشهدًا أدعى للألم والحزن من منظر الأمهات وهن يدافعن عن صغارهن بكل ما وهبتهن الطبيعة من قوة وحماس .

الفصيح : أجل ، لو رأى السيدات هذه الأمهات وهن يضحين بدمائهن فى سبيل أبنائهن لحرّمن على أنفسهن ابتياع هذه المعاطف وارتدائها !! .

ثالثًا : من ميدان علم الجيولوجيا

كيف أنجب المحيط الهادى .. طفلًا !

دخل المعلم[١] وقرب نهاية المحاضرة كان الجهد قد نال منه ومن طلابه حيث كانت المحاضرة فى موعد متأخر نسبياً ، وبينما كان يدرس لطلبة السنة الثالثة قسم التاريخ الطبيعى بكلية التربية جامعة عين شمس ، سأل : كيف أنجب المحيط الهادى طفلًا ؟ ! . وهنا وجم الطلاب وكأن على رأسهم الطير ، ولكنه أسرع فى إخراجهم من صمتهم بقوله ... وقبل أن يهم بالكلام سأله أحدهم : وهل تقصد يا أستاذ طفلًا بالمعنى الحقيقى أم بالمعنى المجازى؟ فقال له الأستاذ : إن هذا أمر متروك لتقديرك، ومرت فترة صمت أخرى تبعتها (استعطافات) من الطلاب لأستاذهم كى يشرح لهم تلك العبارة،أو بصورة أدق يحل لهم ذلك اللغز ولكن كان موعد المحاضرة قد انتهى وكانت عنده محاضرة تليها لطلاب السنة الرابعة شعبة العلوم الفيزيقية ، وهنا خرج المعلم من المدرج بيد أنه لم يخرج وحده ، وإنما خرج وحوله عدد غير قليل من الطلاب يحاولون الظفر بحل اللغز الذى استحوذ عليهم دهشةً وتفكيرا .

وجاء موعد اللقاء التالى ، وقبل أن يستهل موضوع المحاضرة صاح الطلاب : نريد أن نعرف كيف أنجب المحيط الهادى طفلًا ، وقبل أن يجيب المعلم سمع طالباً يقول : لقد حاولنا ولم نظفر ، وآخر : لقد رجعنا إلى الكتب المتخصصة ولكنها لم تشف غلتنا ، وثالث ... ، إلخ .

وهنا قال المعلم : لقد ظننتم أن العبارة أو التساؤل الطريف الذى ألقيته عليكم فى نهاية المحاضرة السابقة كان من قبيل أن أسرى عنكم بعد طول عناء ، ولكن المحيط الهادى أنجب (طفلًا) فعلًا ، وما هذا الطفل سوى القمر ، الوليد الشرعى للأرض ، وهنا تنفس الطلاب الصعداء ولكنهم همهموا : وما دليلك على

---

(١) المعلم فى هذا المثال هو المؤلف نفسه .

شرعية هذا النسب ؟ ! أجاب المعلم : أكثر من دليل ، وكلها تشير إلى أن المحيط الهادى هو المكان الذى انفصلت منه كتلة القمر ، فترك هذا التجويف الضخم فى الكرة الأرضية وتجمعت المياه فيه .

● فإذا نظرنا مثلاً إلى خريطة العالم لرأينا أن مياه المحيط الهادى تغطى ثلث سطح الكرة الأرضية تقريباً ، وأن هذه المساحة الضخمة تكاد تكون مستديرة الشكل .

● يزيد قطر القمر قليلاً عن ربع قطر الأرض ، فهو يبلغ ٠,٢٧٣ من قطر الأرض ، ومن السهل تصور إمكان انفصال حجم القمر من حوض المحيط الهادى الذى يبلغ حجم المياه التى تملأ تجويفة ٧٢٤ مليون كيلو متر مكعب .

● لاحظ الجيولوجيون أن مادة الجرانيت التى تكون القشرة الأرضية السطحية مختفية تماماً فى كل الجزر التى على شواطىء المحيط الهادى ، وأن الطبقات التالية من القشرة الأرضية من مادة البازلت هى التى تشكل قاع المحيط الهادى بعكس سائر المحيطات .

● لاحظ علماء البراكين أن الأماكن المألوف حدوث القلاقل والبراكين والتشققات الأرضية فيها ، يشكل أغلبها حزاما يحيط بشواطئ المحيط الهادى[١] .

عندما تمطر السماء .. سمكًا !

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « دورة الهواء فى الطبيعة » ، وقد أوضح

---

(١) يعتقد بعض العلماء بأن القمر ليس أرضى الأصل ، وإنما التقط فى مدار الأرض من مدار قريب منها أو من مدار خارج مدارها وربما من مدار داخل مدارها ، وفى الواقع ليس صعبًا تفسير التقاط القمر من مدار قريب من الأرض بموجب القواعد الحسابية البحتة ، ولكن يصعب تفسير اختلاف التركيب الكيميائى للأرض والقمر ، كما يصعب توضيح التقاط القمر من مدار خارج مدار الأرض ، وقد جرت مقارنات بين الخصائص الطبيعية للقمر ولكواكب المجموعة الشمسية بغية إلقاء الضوء على أصل القمر ، ووجد أن خصائص القمر هى أقرب ما تكون لخصائص عطارد ، ولكن تبقى هناك اختلافات فى تركيب كل من عطارد والقمر ، كما أن الصعوبات الناتجة عن افتراض انفصال القمر عن عطارد ثم التقاطه فى مدار الأرض جعلت العلماء يشككون فى صحة هذه النظرية ، إلا أن علماء آخرين يفسرون ذلك بأن القمر لم يكن جسمًا منفصلاً تابعًا لعطارد ، وإنما التقط بعد انفصاله عنه ، وعلى أية حال فإن الرأى الأغلب لدى العلماء هو أن القمر كان جزءًا من الأرض ثم انفصل عنها .

أن السبب فى هذا الدوران هو أشعة الشمس ، تلك الطاقة الجبارة التى تسقط على الأرض فتقلب كتل الهواء الضخمة وتجعلها ترتفع وتنخفض من الأرض تارة إلى أعلى ، ومن أعلى إلى الأرض تارة أخرى ، تمامًا كموقد عليه وعاء به ماء ، فتراه يتقلب أمامك بين صعود وهبوط وكأنه يدور من أسفل إلى أعلى وبالعكس دورة إثر دورة ، وهنا كان لابد له مع الفصيح من جولة .

قال الفصيح : هل يمكن أن يجرف الهواء فى دورانه بعض الأحياء أو الأشياء التى على الأرض أو فى الماء ثم يسقطها ، وبعبارة أخرى : هل نستطيع القول بأن السماء يمكن أن تمطر سمكًا على سبيل المثال ؟

أجاب المعلم : تلميذى النجيب .. إن أسئلتك تثير دومًا مجالات للنقاش جميلة وطريفة ومحببة لزملائك ، ولكنى الآن متعب ، وإنا لعلى موعد بلقاء حول إجابة هذا السؤال فى الحصة المقبلة .

وحان الموعد المرتقب ، وابتدأ المعلم الحصة الجديدة موجهًا كلامه إلى تلاميذه من خلال فصيحهم قائلاً : لقد سألتمونى : هل يمكن أن تمطر السماء سمكًا ؟!

الواقع أنه يمكن ، ولو أننى لا أتمنى لكم هذا النوع من الخيرات لسبب بسيط ، وهو أن السماء لاتمطر هذا النوع إلا عندما يدور الهواء حول الأرض على هيئة أعاصير تصاحبها دوامات هوائية مدمرة « تورنادو » Tornado كتلك التى نقرأ عنها فى الصحف ، ولم نر - بطبيعة الحال - أن السماء قد أمطرت هنا سمكًا ولو مرة واحدة ، ذلك أن طقسنا فى مصر لايساعد - والحمد لله - على تكوين مثل هذه الأعاصير والدوامات الهوائية كالتى تضرب أمريكا وأوروبا وأجزاء كثيرة من آسيا ، ولكنكم تستطيعون أن تروا شيئًا قريبًا من التورنادو فى الشوارع فى الأيام الحارة وهو مايعرف بالدوامة الهوائية . ولكن هذا الذى ترونه مثله - إذا قورن بالتورنادو الحقيقى - كمثل بعوضة بالنسبة لفيل ! وهنا ينهض الفصيح واقفًا : ولكن إذا كان من الممكن أن تمطر السماء سمكًا ، فما هو السبب أو التفسير العلمى لذلك ؟

المعلم : عندما يتكون التورنادو الحقيقى فإنه يظهر على هيئة خرطوم فيل ضخم يمتد مابين السماء والأرض وقطره على الأرض مابين ١٠ - ٥٠ ياردة ، ويتحرك التورنادو وهو « يدور » بسرعة بين ٦ - ٣٦ ميلا فى الساعة ، ويستمر مابين خمس

ثوان إلى ساعات ثلاث . وعندما يدور التورنادو بالهواء ، فإنه يخلق جوا مفرغًا فى جوفه لأن جزيئات الهواء تلتصق بخرطومه بفعل القوة الطاردة المركزية ، فإذا جثم هذا الخرطوم المفرغ على بحيرة أو أى مجرى مائى ، فإنه يبتلع مابه من مياه فى جوفها الأسماك وغيرها من الأحياء المائية ثم يحملها ويدور بها حتى يأتى على أرض لاماء فيها ويسقط حملة ، وهنا يقول الناس : إن السماء قد أمطرت سمكًا !

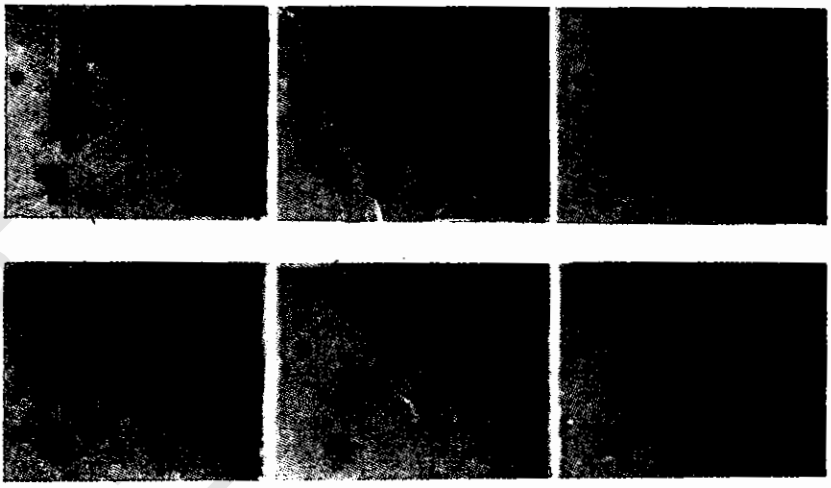
ويعقب الفصيح : إن من طريف ماقرأت أن السماء تمطر أحيانًا مطرًا ملونًا ، تارة يكون لونه أحمر ويعزى ذلك إلى نوع من الطحالب يصبغ الماء بلونه وتارة يكون لون المطر أسود نتيجة لتراب البراكين ، ويسود عندنا فى مصر المطر الأصفر عقب العواصف الرملية وفى مناطق أخرى يعزى هذا اللون إلى حبوب لقاح النباتات .

الشمس .. مصابة بالجدرى !!

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « كواكب المجموعة الشمسية » وعندما تعرض للشمس ، باعتبارها النجم الأكبر فى مجموعتنا الشمسية وتدور حولها كواكب تسعة هى عطارد والزهرة والأرض والمريخ والمشترى وزحل وأورانوس ونبتون وبلوتو[1] ، قال بعد أن وصف الشمس وبين أن معظم مادتها تتكون من الهيدروجين وأن كتلتها تقدر بنحو أكثر من ٩٩٪ من كتلة الكواكب التى تدور حولها .. ولاننسى أن وجه الشمس مصاب بمرض جلدى ! أشبه مايكون بالجدرى ! . (انظر الشكل رقم ٣٦) .

وهنا انبرى الفصيح - كعادته - قائلاً : نحن نعلم أن المرض الجلدى هو الذى يصيب الكائن الحى من إنسان وحيوان بفعل فطريات خاصة ، ولكننا لم نسمع أبدًا أن نجمًا أو كوكبًا يمكن أن يصاب بمثل هذا المرض ، ولو كان الأمر كذلك ، لسمعنا فى المستقبل عن إصابة عطارد بالبول السكرى ، والزهرة بالسيلان ، والأرض بقرحة فى المعدة ، والمريخ بتصلب فى الشرايين ، والمشترى بتضخم فى الكبد ، وزحل بالتدرن الرئوى ، وأورانوس بالدوسنتاريا الأميبية ، ونبتون بارتفاع ضغط الدم ،و ..

(١) تم اكتشاف كوكب عاشر يعرف باسم الكوكب × . إنظر الفصل الثانى .



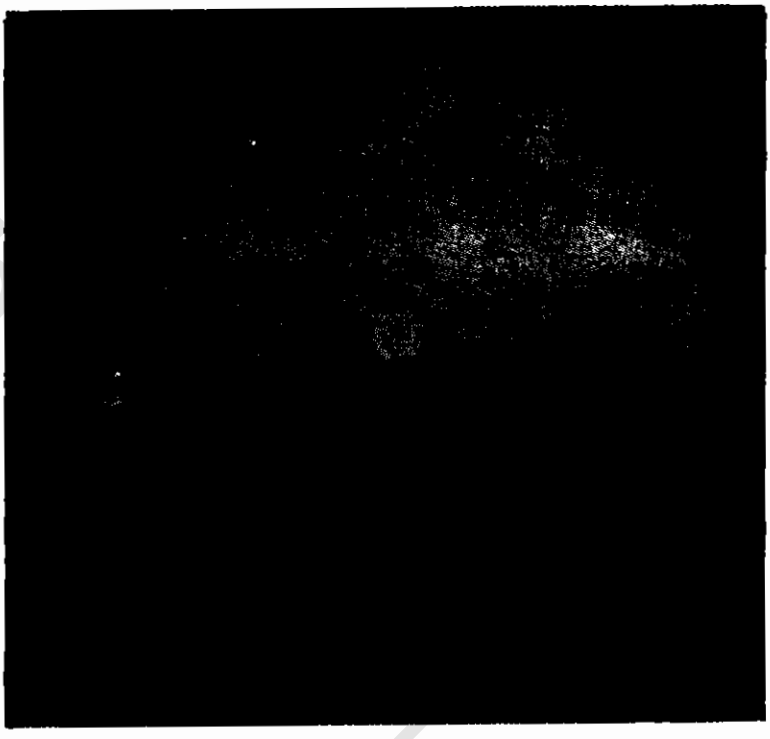
شكل رقم (٣٦) سلسلة من البقع الشمسية بفارق ٤٠ دقيقة

المعلم : صه يافصيح ، ألم أقل لك « إنك لن تستطيع معى صبرًا » .

الفصيح : « كيف أصبر على مالم أحط به خبرًا » . وعلى أية حال « ستجدنى إن شاء الله صابرًا ولا أعصى لك أمرًا » .

وهنا انطلق المعلم يشرح قصة المرض الجلدى الذى يصيب وجه الشمس :

تخبط العلماء فى تفسير كنه مناطق معتمة تظهر على قرص الشمس أحيانًا فمنذ عهد جاليليو فى القرن السادس عشر إلى الثلاثينات من هذا القرن ، كانت هناك تفسيرات مختلفة عن هذه البقع أو اللطع التى بلغ قطر بعضها عدة آلاف من الأميال ، وتأكد بالمراقبة أنها ذات عمق يقدر بمئات الأميال أحيانًا ، ويؤكد ظهورها معتمة أنها مناطق ذات حرارة أقل من المناطق المجاورة لها ، كما ثبت من تحليل الطيف بجهاز الاسبكتروسكوب ، وقد عرفت عن هذه البقع حقائق علمية أخرى ، منها أنها مصادر لاضطرابات ودوامات تمتص الغازات نحو مركزها كما ثبت أنها مراكز لمجالات مغناطيسية قوية أقوى من مجال الكرة الأرضية ملايين المرات ، وأنها تميل إلى الظهور أزواجًا أزواجًا .



شكل رقم (٣٧) الحركة الدوامية « الحلزونية » داخل كرة الشمس

(فركة) .. كعب !!

دخل المعلم ، وكان موضوع الدرس « المسافات بين الكواكب والشمس » وبعد أن أوضح كم هى جد بعيدة ، عنَّ له أن يسأل تلاميذه : ماهو أقرب نجوم السماء إلينا ؟ وهنا تطوع الفصيح كالعادة - بالإجابة .

الفصيح : الشعرى اليمانية .

المعلم : أخطأت : فليس ألمع الاشياء دائمًا أقربها ، إن الشمعة تقترب فتكون أضوأ من مصباح كهربى قوته مائة شمعة موضوع منا على بعد مائة متر أو مائتين فاللمعة تتوقف على قوة مصدر الضياء وعلى بعده عنا .

الفصيح : فما أقرب نجوم السماء إلينا إذن ؟

المعلم : نجم يدعى « ألفاقنطورس » .

الفصيح : وأين هو من السماء ، إنى بشوق لأن أراه .

المعلم : لن تراه . فهو برغم اقترابه من التماع الشعرى اليمانية ، إلا أنه أقل ضياء فى بصر العين .

الفصيح : ولِمَ لا أراه ؟

المعلم : إنه فى الناحية الأخرى من قبة السماء ، يراه سكان الجنوب من كرتنا الأرضية ولايراه أهل الشمال .

الفصيح : وكم يبعد عنا هذا النجم ؟

المعلم : نحو ٢٦ مليون مليون ميل !!

وهنا فغر الفصيح فاه ، فقال المعلم : هل فهمت ؟

الفصيح : نعم .

المعلم : بل فهمتها أرقامًا ولم تحسها مسافات ، لا أنت ولا أنا ، لأننا فى حياتنا لانحس من المسافات إلا الميل والعشرة والمائة ، أما المليون فقياس يخرج عن نطاق خبرتنا على هذه الأرض .

الفصيح : فكيف أحسه ؟ .

المعلم : الشمس تبعد عنا نحو ٩٣ مليون ميل ، فهب أنى كتبت نقطة بالطباشير على السبورة ، وقلت لك إنها تمثل الشمس ، فهل تدرى أين يقع النجم قنطورس ، أقرب نجوم السماء من هذه النقطة ؟ .

الفصيح : أين يقع ؟

المعلم : إنا عندئذ نمثله بنقطتين مثل هذه على بعد ٤ أميال من بعضهما .

الفصيح : نقطتين ؟!

المعلم : نعم ، لأن هذا النجم يتألف من زوج من النجوم فهذا المثل يريك كم تتباعد النجوم بعضها عن بعض ، ثم كم بين النجوم من مسافات جد خيالية .