كتب علمية مبسطة

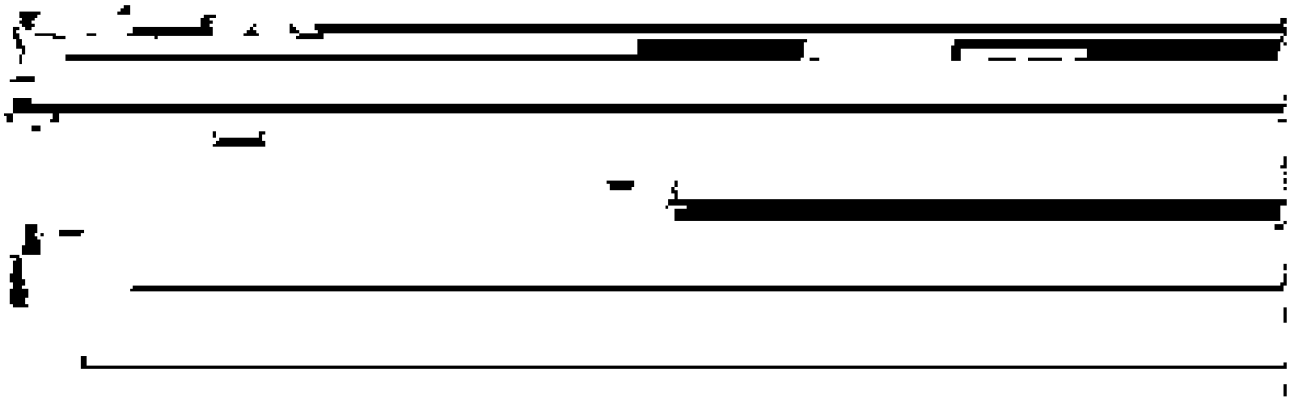
المرايا والشموع

تأليف

هربرت ماكي

ترجمة

السيد حشيش



الباب الأول

عمل المرآة

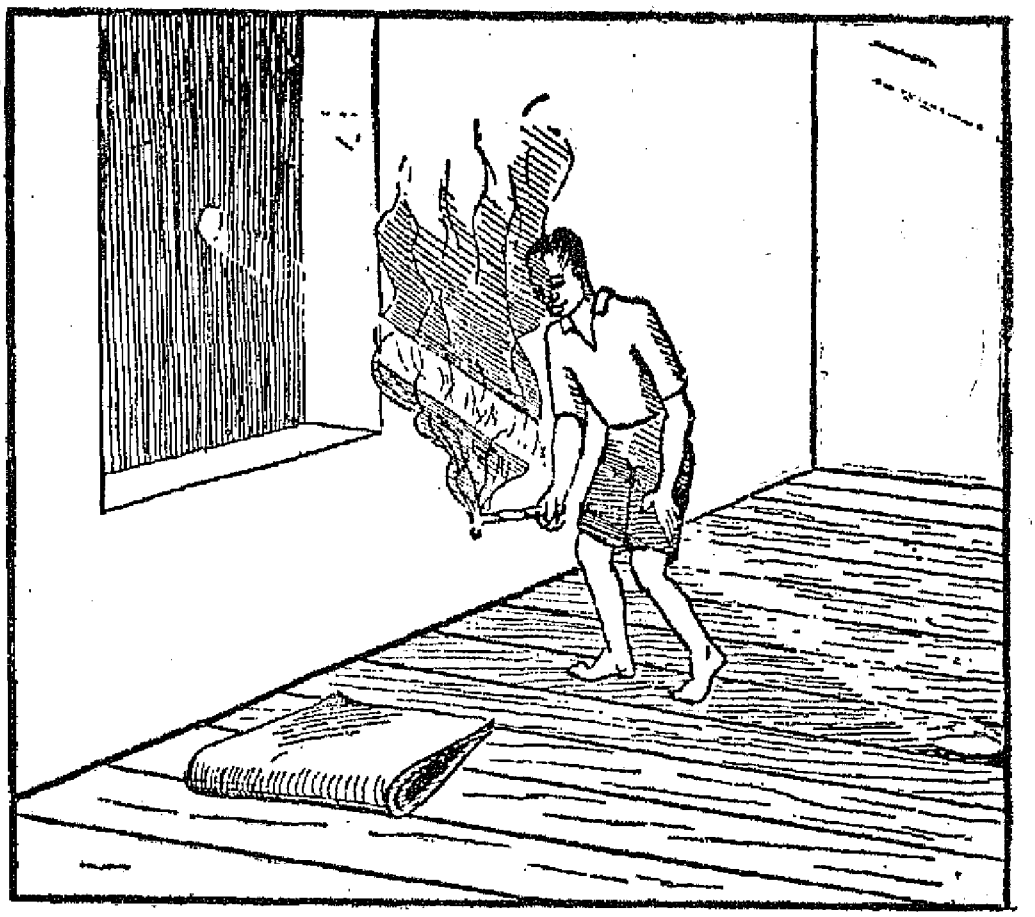
What the Looking-glass Does

عندما نود الحصول على معلومات عن الضوء ، فإننا فى الغالب نجعل الحجرة مظلمة . . وليس من الضرورى ، أن تكون فى ظلام دامس كامل ، بل أن يكون بهـــا من الظلام ، قدر يكفى لإجراء التجربة . . ثم نسمح بدخول الضوء ، إلى الحجرة حسب رغبتنا .

ونستطيع أن نبدأ العمل ، للوصول إلى غايتنا ، فى يوم مشمس عندما ينفذ ضوء الشمس من النافذة (ومن الأفضل استخدام حجرة ذات نافذة واحدة) . . وعليك أن تحضر رقعة من الورق ، ذات اللون البنى ، بحجم النافذة ، وتحدث فى وسطها ، ثقباً صغيراً مستديراً ثم ثبت الورقة على النافذة ، بحيث تحجب معظم الضوء الذى ينفذ من خلال الثقب الصغير ! .

فإذا كان الهواء مغبراً — أى به غبار — فإنك تشاهد خطاً رفيعاً من الضوء نسميه (الشعاع) Beam of light ، كما يوجد على أرض الحجرة ، بقعة تتلألأ نوراً ! . .

انفض طلاسة (ممسحة الغبار Duster) ، بالقرب من الشعاع الضوئى . . فأى تغيير يطرأ عليه ؟ ! . . إن الشعاع يزداد وضوحاً وبريقاً .. فإذا ما سكنت حركة الغبار ، لم يعد الشعاع براقا ! . .

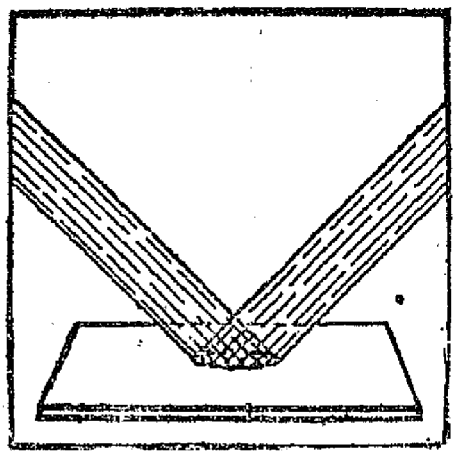


يمكنك أن تشعل شريطاً من الورق ، ذى لون داكن ، أو قطعة من الدوبارة المبللة . . ثم تنفخ اللهب ، وتمسك بالقطعة المشتعلة ، تحت شعاع الضوء ، فإنك تجد الشعاع ، وقد تلألأ ، ووضح مرة أخرى ! . .

إن ذرات الغبار ، أو الدخان ، تستمد الضوء ، ثم تعكسه علينا.

ونحن لا نرى النور ، إلا إذا استمده جسم ما ، ثم عكسه علينا ذلك الجسم ! . .

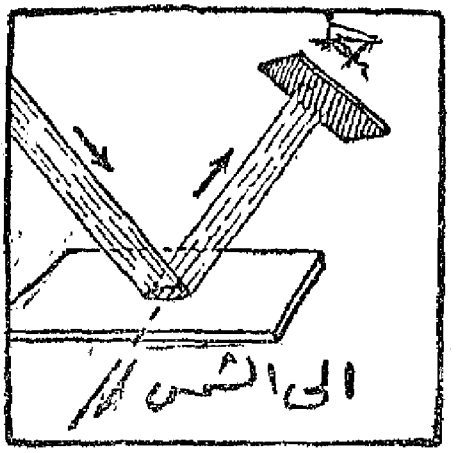
امسك بقطعة بيضاء من الورق ، فى شعاع الضوء ، تجد بقعة مستديرة براقة فوق الورقة ، بينما تختفى البقعة المضيئة من أرض الحجرة ذلك لأن الورقة ، قد عكست الضوء على عيوننا . . وهذا هو سبب رؤيتنا البقعة المستديرة من الضوء ، على سطح الورقة . فالورقة تمنع شعاع الضوء من أن يصل إلى الأرض ، أو أن يحدث بقعة من الضوء اللامع فوقها ! . .



امسك بمرآة ، فى شعاع الضوء . . وعندئذ تستطيع أن ترى كيف ينعكس الشعاع . . وانفض الطلاسة مرة أخرى ، وسترى شعاعا مستقيما . يصل إلى المرآة ، ثم ينعكس من المرآة إلى أعلى . وهذا هو عمل المرآة من أجلنا ! . . إن المرآة تعكس معظم الضوء الذى يسقط عليها ! . .

وعندما يزيد التطلع إلى الشمس ، فإننا ننظر إليها من خلال قطعة من الزجاج ، ينبعث منها الدخان ؛ فقد يؤذى عيوننا النظر إلى الشمس بدون قطعة الزجاج . . دخّن قطعة الزجاج بوضعها

فى لهب شمعة ؛ وانظر إلى على فى شعاع الضوء ، تجد الشعاع يدلنا على مكان الشمس ، فى خط مستقيم منعكس على طول الشعاع .



ضع المرآة بحيث يسقط عليها الشعاع ، وابحث عن الشعاع الذى ينعكس منها . . وضع عينك ، وقطعة الدخان ذات الدخان ، أمام المرآة فى الشعاع الثانى . . وسترى الشمس على طول هذا الشعاع كذلك . وإنك لتعلم أنه لا توجد شمس قط ، ولكن ذلك هو المكان الذى تراها فيه ! . .

وكل شعاع من الضوء ، يبدو وكأنه يقول لنا : إنى آت من الشمس مباشرة . . ومن هنا تعلمون أين توجد الشمس ! .. وليس عليكم إلا أن تنظروا إلى ، فتروا أين مكان الشمس .

وليس هذا أمراً صائباً دائماً . فإن المرآة قد تعكس شعاع الضوء ، المنبعث من شىء ما ، فتجعله يظهر كأنه فى مكان آخر مختلف ! .

وعندما ننظر إلى شجرة ، فإن أشعة الضوء ، الصادرة من الشجرة ، تصل إلى عينيك ، فترى الشجرة عند بداية تلك الأشعة الضوئية . . وهكذا بالنسبة لكل ماتراه من أشياء . . فإنك تراها لأن أشعة

الضوء تأتى منها إلى عينيك ، ويرجع بصرك إلى الأشياء على امتداد هذه الأشعة .

وعندما تنظر إلى المرآة ، فإن بعض الضوء المنبعث من وجهك ، ينتقل إلى المرآة ، ثم يرتد فترى وجهك ذاته ، على امتداد خيوط هذه الأشعة ، كما لو كانت خلف المرآة ! .

وعندما يرتد الضوء هكذا ، نقول إنه ينعكس (Is reflected) فالمرآة تعكس (reflects) الضوء . وأشعة الشمس قد انعكست بالمرآة ، والضوء المنبعث من وجهك قد انتقل إلى المرآة ، ثم انعكس أو ارتد إلى بصرك .

والورق الأبيض يعكس الضوء ، وكذلك يفعل الدخان ، والتراب ، وكل الأشياء الأخرى على وجه التقريب .

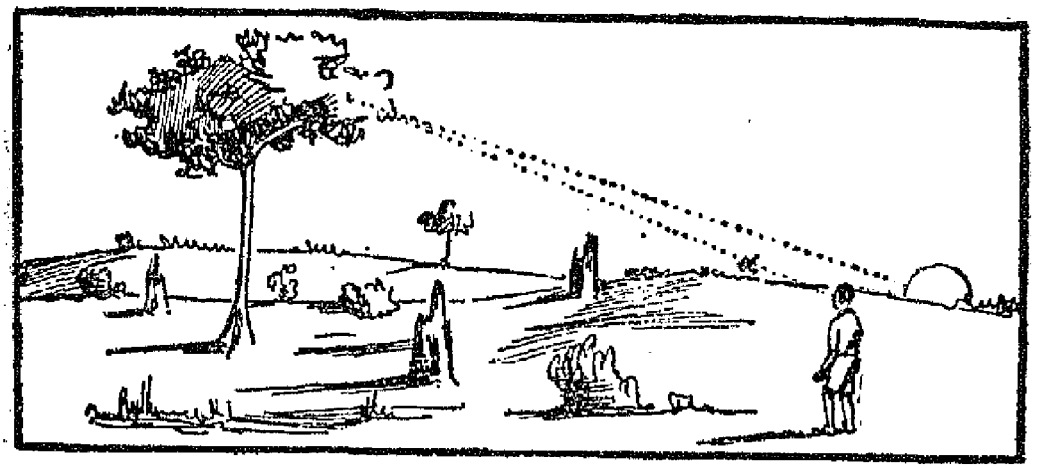
تجارب عملية :

١ — أنظر إلى ظهر الزجاج فى المرآة ، تجده مغطى بدهان أو صبغة (Paint) حمراء ، والمادة البراقة المشرقة من خلف الزجاج تعرف باسم (الزئبق Quicksilver) فالزئبق يكون فى ظهر الزجاج ، تحت الصبغة ، اجعل اصبعك لصق الزجاج ، تجد صورته ، وقد انعكست بواسطة الزئبق .

٢ — اعمل ثقباً فى رقعة من الورق الداكن اللون ، وثبت الورقة على نافذة ينفذ منها ضوء الشمس . وضع إناء من الزجاج مملوءاً

بالماء فى شعاع الضوء .. ثم صب على الماء قليلا من اللبن، بحيث يحدث فيه حركة واهتزازاً . . وانظر كيف يعكس اللبن ، الضوء ، إلى عينيك ! . .

٣ — ارسم صورة لطائر فوق شجرة ، مع صورة للشمس ، وصورة لشخصك أنت .. ثم ارسم أشعة الضوء المنبعثة من الشمس إلى الطائر ، وتلك التى تنبعث من الطائر ، إلى بصرك أنت .



محادثة :

١ — لماذا لا ترى أشعة الضوء ، فى حجرة ليس فى هوائها غبار؟

٢ — كيف يساعدك ضوء الشمس ، على رؤية الشجرة ؟

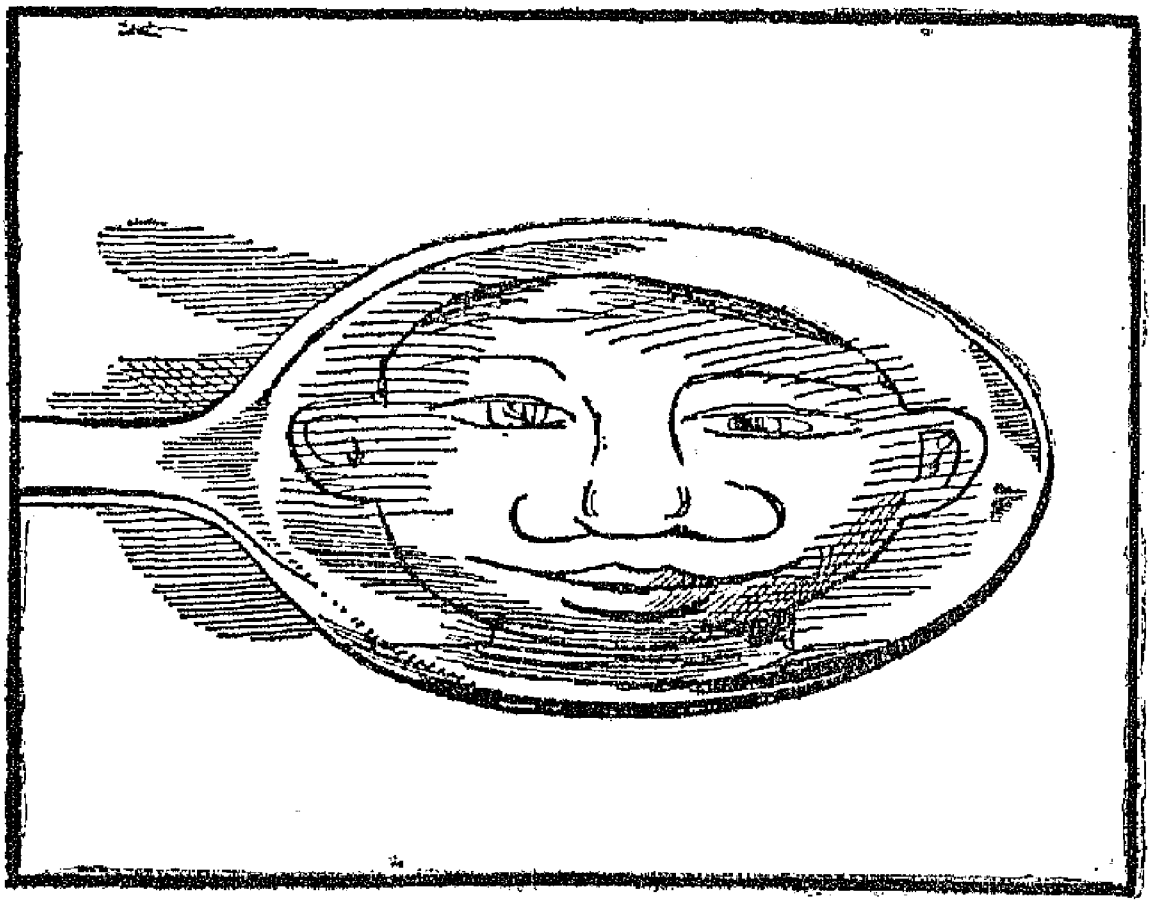
٣ — كيف تريك المرآة وجهك ؟

٤ — كيف تحصل على ضوء ، من ماء أضيف إليه اللبن ؟ . .

الباب الثانى

أنواع المرايا

All Kinds of Mirrors



عندما يرتد الضوء من المرآة ، نقول ، إن المرآة تعكس الضوء .. وتوجد أشياء كثيرة غير المرآة ، تعكس الضوء كذلك .. ولكن أى شىء آخر ، لا يعكس الضوء واضحاً جلياً ، كما تعكسه المرآة .

والمـــاء ، يعطى صوراً منعكسة (Reflections) واضحة عندما يكون ساكناً راكداً ! .. املأ إناء بالماء وانظر إلى داخله يمكنك رؤية صورتك منعكسة فى الماء ، ولكن ليست واضحة ، كتلك التى تكون فى المرآة .

ضع إناء به ماء فى مكان يقع عليه ضوء الشمس ، وابحث عن البقعة التى يقع عليها الضوء المنعكس . واطرق الإناء ، تجد الماء يتحرك ويحدث أمواجاً ، وتجد الصور الواضحة قد اختلطت وتكسرت .. ولكنها تعود إلى الوضوح ، إذا سكن الماء وركد!.

ويمكنك أن تشاهد الصور منعكسة فى البحيرات ، فى اليوم الساكن الهواء ، الخالى من الرياح والعواصف .. ولكن إذا هبت الرياح ، تكونت أمواج صغيرة ، وتحطمت المناظر المنعكسة ! ..

ثبت رقعة من الورق ، مثقوبة من الوسط ، فوق نافذة الحجرة التى ينفذ منها ضوء الشمس ، وابحث عن شعاع الضوء الذى ينفذ من الثقب فى الورقة .. وضع (فنجانا) به ماء ، بحيث يسقط عليه الشعاع . وعندما يسكن الماء عن الحركة ، انفض الطلاسة ، فإنك ترى شعاعين اثنين من الضوء .. والشعاع الثانى ليس واضحاً كالشعاع الأول ، ولكنه من الوضوح ، بحيث يمكن رؤيته ! .. انفخ فى الماء داخل الفنجان ، وستجد أن الضوء ، لم يعد ينعكس فى شعاع واضح ! ..

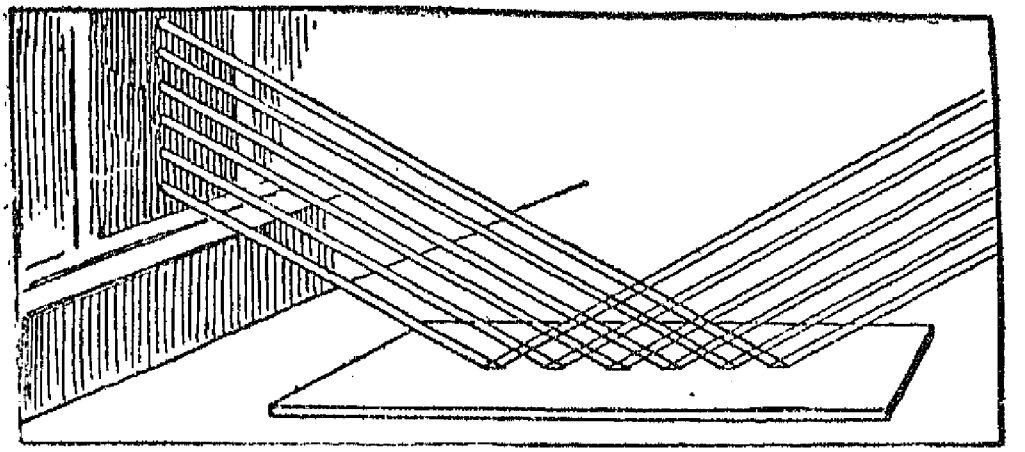
ضع رقعة من الورق الأبيض ، فى شعاع ضوئى ، داخل من النافذة ، تجد الشعاع وقد تلألأ منعكساً من الورقة .. انفض الطلاسة بالقرب من الورقة تجد الشعاع الأول ، وقد تلألأ ، ولكنك لا ترى شعاعاً ثانياً . . فقد انعكس الضوء بواسطة الورقة ، ولكنه انعكاس غير مزدوج ! ..

وكثيراً ما نجعل الأشياء ، ناعمة مصقولة ، بطريقة الحك ، أو الدعك (Rubbing) . وعندما ترى شيئاً لامعاً براقاً ، فتش عن الصور التى يعكسها ذلك الشىء ! . وقد يعكس إناء من النحاس الأصفر الضوء ، واضحاً جلياً ، يكاد يكون كما تعكسه المرآة ! ..

والملاعق ، والأوانى اللامعة البراقة ، تعطى صوراً انعكاسية هزلية ، ليست من حقيقة الأشكال فى شىء ! . . فهى تجعل جزءاً من الشكل يظهر كبيراً جداً ، وجزءاً آخر منه يظهر صغيراً جداً . وهذا بسبب كونها مستديرة الشكل .

اصنع ستة ثقوب فى رقعة من الورق الداكن اللون ، وذلك بأن تغرس فيها القلم الرصاص ، بحيث يكون كل منها قريباً من الآخر ، وكل منها فوق الآخر . ثم ثبت الورقة على النافذة . وبتدخين قطعة من الورق ، أو الحبال ، تستطيع رؤية ستة من الأشعة الضوئية ، كلها تسير فى نفس الطريق ؟.. ضع مرآة ، بحيث تسقط

عليها الأشعة الستة ، تجد أنه قد انعكست منها ستة أشعة أخرى .



والآن ، ضع إناء من النحاس الأصفر فى أشعة الضوء الصغيرة تلك ، فى المكان الذى كانت به المرآة . ثم استعمل الورقة الداخنة مرة أخرى ، تر الأشعة المنعكسة ، ولكنها قد انفرجت ، وابتعد كل منها عن الآخر !

وعندما تنفرج الأشعة كذلك ، ثم تصل إلى عينيك ، فإنها تدل على أن الأشياء قد صارت أقرب إلى بصرك ، كما تراها على الإناء النحاسى . فإذا ما قربت يدك من الإناء ، فإنها تبدو كبيرة . بينما يبدو ذراعك أصغر وأصغر . وترى يدك ، وكأنها قد انعكست صورتها فى تلك الأشعة التى تزداد انطباقا على بعضها ، كلما ازدادت اقترابا من الإناء .

تجارب عمليـة :

١ — ضع لوحاً من الزجاج على رقعـة بيضاء من الورق ،

وفتش عن الصور المنعكسة منه . ثم ضع الزجاج على ورق داكن اللون .

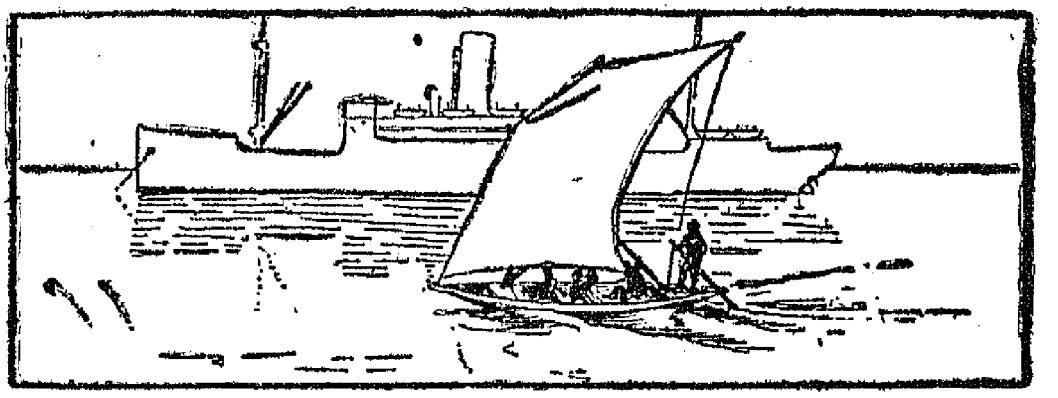
٢ — اصنع ثقبين فى ورقة ذات لون داكن ، وثبتها فوق نافذة ينفذ منها ضوء الشمس . وضع فى أحد الشعاعين مرآة ، وفى الشعاع الآخر ضع إناء به ماء . . وفتش عن بقع الضوء المنعكس ووضح أيهما يعكس الضوء بدرجة أحسن — المرآة أم الماء .. ثم ضع لوحاً من الزجاج فى أحد الشعاعين .

محادثة :

١ — أى الأنواع من الأشياء ، يعكس الضوء بوضوح ؟

٢ — لماذا تنعكس الصور فى الماء أصغر حجما ؟ .

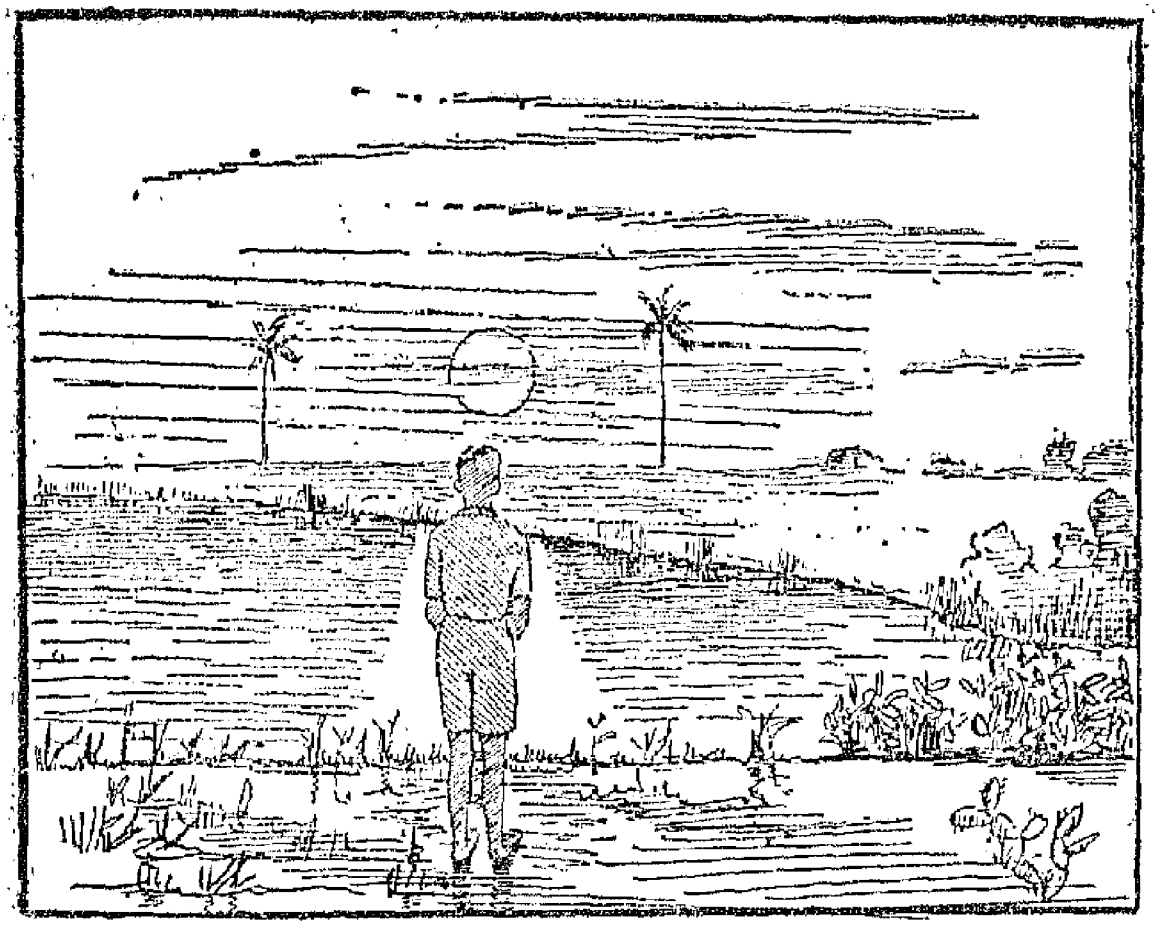
٣ — متى يعكس الماء الصور واضحة جلية ؟ .



الباب الثالث

كيف ينعكس الضوء

How Light is Reflected

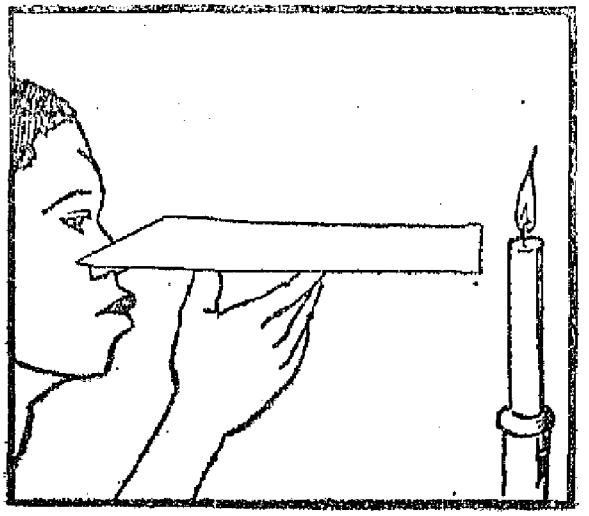


ثبت رقعة الورق ، الداكنة اللون ، فوق النافذة ، وانظر إلى الشعاع الضوئى الذى ينفذ منها .. امسك بمرآة بحيث يسقط عليها شعاع الضوء ، وأدرها بحيث تقع بقعة الشعاع المنعكس على الثقب الذى ينفذ منه الشعاع الأول ، واستخدم الدخان الذى يزيد فى وهج

الشعاع ، تجد شعاعاً واحداً فقط ، يمكن رؤيته ، بينما يرتد الضوء المنعكس على طول نفس الممر الذى سار فيه إلى المرآة . . أعنى أنه يبتعد عن المرآة . .

أدر المرآة قليلا نحو جانب واحد منها ، تجد الشعاع يدور كذلك . إذ أنه ينبعث من المرآة فى نفس الزاوية التى يسقط فيها عليها . . ومهما تدور المرآة ، فإن زاويتى سقوط الشعاع على المرآة ، ثم انعكاسه من المرآة تظلان دائماً متساويتين .

وأنت عندما تقذف كرة إلى الأرض فى خط مستقيم ، فإنها تقفز من الأرض كذلك فى خط مستقيم . . وعندما تقذفها إلى الأرض بزاوية ، فإنها ترتفع من الأرض بنفس الزاوية . . ويمكنك إجراء التجربة ، لتتأكد من صحة القول . وبالمثل يفعل الضوء ! . .



أدر المرآة ، بحيث يتقاطع معها الشعاع تقريباً ، تجد الضوء يلمسها تماماً ، ثم يصعد منها إلى أعلى . . وبهذه الطريقة تحصل على أحسن الصور المنعكسة ! . .

إنك لا تتوقع الحصول على صورة واضحة جلية على الورق ،

إلا بصعوبة . . ولكنك تستطيع الحصول على الصورة واضحة ، إذا أمسكت بالورقة ، بحيث يلمسها الضوء تماماً .

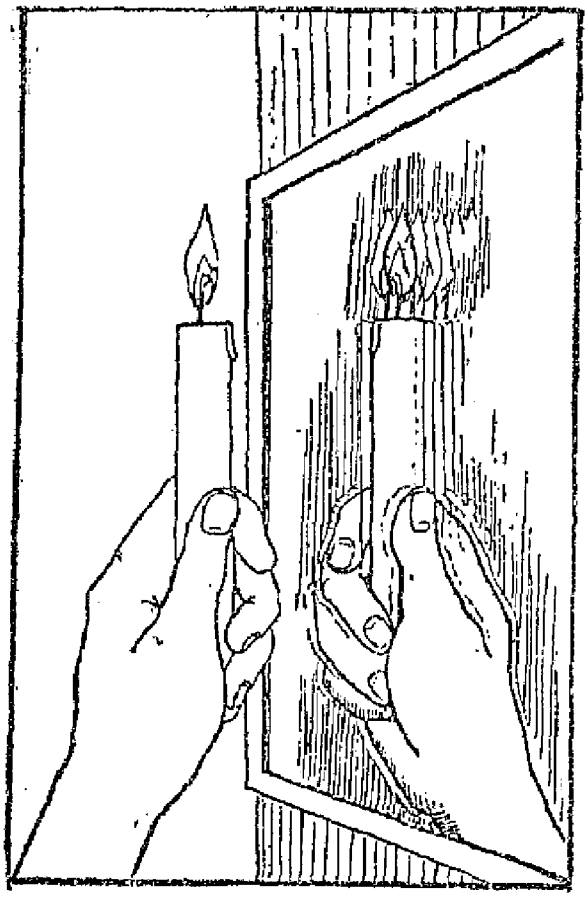
أوقد شمعة ، وضعها على المنضدة ، ثم امسك برقعة من ورق الكتابة ، فى وضع مستو ، وتحت اللهب تماما . وانظر عبر الورقة إلى اللهب ، فإنك ترى صورة واضحة للهب ، منعكسة على الورقة ! ..

عند شروق الشمس ، وعند غروبها ، كثيراً ما نرى البحيرات والأنهار ، وقد أضاءت بنور الشمس . . وعندما تكون الشمس مائلة فى السماء ، فإنها ترسل أشعتها مباشرة ، فتخترق الماء ، ونرى الصور البراقة ، وقد انعكست من الماء ! . .

احمل شمعة موقدة أمام مرآة ، وسترى صورة واحدة منعكسة فقط . . ولكن إذا وقفت وعينك قريبة من زجاج المرآة وجعلت الشمعة قريبة من الزجاج كذلك ، ولهب الشمعة يلمس الزجاج قبل أن يصل إلى عينيك . . وهنا ، ترى صورة منعكسة من مقدمة الزجاج ، ثم صورة ، أكثر وضوحاً وجلاء ، منعكسة من طبقة الزئبق . . وقد نشأت هاتان الصورتان ، من انعكاس الضوء ، بين الزجاج والزئبق .

كم تبعد الصورة المنعكسة خلف المرآة ، كما تظهر للعين ؟ لمعرفة ذلك ، ثبت مرآة قائمة ، بحيث تستطيع رؤية صورة الحجرة فيها ..

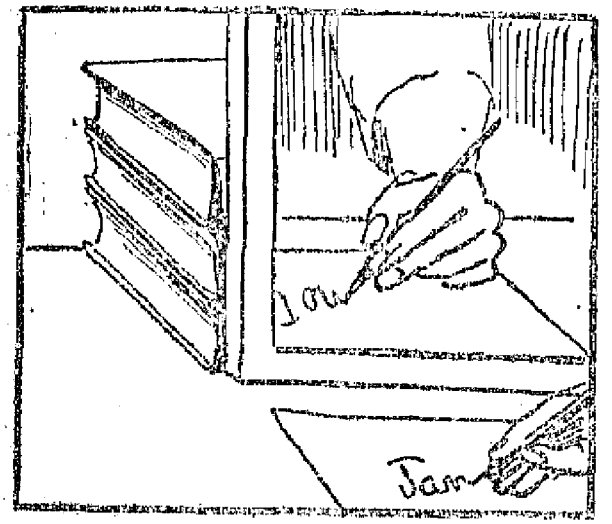
وانظر إلى الصورة فى بطء ، تجد الصورة تطابق شكل وحجم الحجرة، ولكن بوضع معكوس كما لو كان طفلان ، يقفان ، وظهر كل منهما إلى الآخر . . فصورة الحائط ، ترى خلف الزجاج ، على بعد يساوى البعد بين الحائط الحقيقى والزجاج .



وهكذا بالنسبة لكل شىء داخل الحجرة ؟ . . وكل صورة منعكسة تبدو خلف المرآة ، بمسافة تساوى المسافة بينها وبين الشىء الحقيقى أمامها .

اكتب اسمك بالحبر ، ثم جفف الكتابة بسرعة ، قبل أن تجف وحدها . وعندئذ فإنك لا تستطيع أن تقرأ ما طبع على ورقة النشاف ، لأنه فى وضع مقلوب . . والآن امسك ورقة النشاف ، أمام المرآة ، فتقرأ اسمك صحيحاً فى الصورة المنعكسة على المرآة ! . . ثم امسك الورقة الأولى أمام المرآة ، تجد الصورة المنعكسة لاسمك كالمكتوب على ورقة النشاف . . إن ورقة النشاف ، نفوع من المرآة ! . . فكل نقطة من الحبر على ورقة الكتابة تترك

أثراً لها على ورقة النشاف فى مكان مضاد تماماً ، لما هو فى الاسم . وهكذا تعطى ورقة النشاف ، نوعاً من الصور المنعكسة . وعندما تمسك بورقة النشاف أمام المرآة ، فكل نقطة منها ، لها صورة منعكسة أمامها ، تماماً كما كانت على ورقة الكتابة .



حاول أن تكتب اسمك وأنت تنظر فى المرآة .. وثبت المرآة فى وضع قائم ، وضع رقعة الورق أمامها .. وفى أثناء الكتابة ، يجب أن تنظر إلى صورة يدك فى المرآة وليس إلى يدك الحقيقية . إنه لشىء مضحك حقاً ! . . شىء سيعلمك كثيراً عن الصور المنعكسة ! . .

تجارب عملية :

١ — ثبت مرآة فى وضع قائم ، وضع قطعة من الورق أمامها ، وضع علامتين على الورقة ، إحداهما أقرب إلى المرآة من الأخرى .. وانظر فى المرآة ، وحاول أن ترسم خطاً مستقيماً من إحدى العلامتين إلى الأخرى .

٢ — امسك القلم الرصاص أمام المرآة ، ثم اسحب القلم

إلى الخلف . وانظر كيف أن الصورة تبدو كأنها تسير إلى الخلف داخل الزجاج ، بحيث يكون البعد دائماً ، من الخلف ، مساوياً للبعد من الأمام . ثم حرك القلم فى اتجاه المرآة ، وانظر الصورة ، وهى تتحرك لتلتقى به .

محادثة :

١ — لماذا يحدث كثيراً ، أن يتلألأ الماء ، بضوء الشمس ، عند المساء ؟

٢ — أين تقع الصورة المنعكسة ، لشىء ما فى المرآة ؟

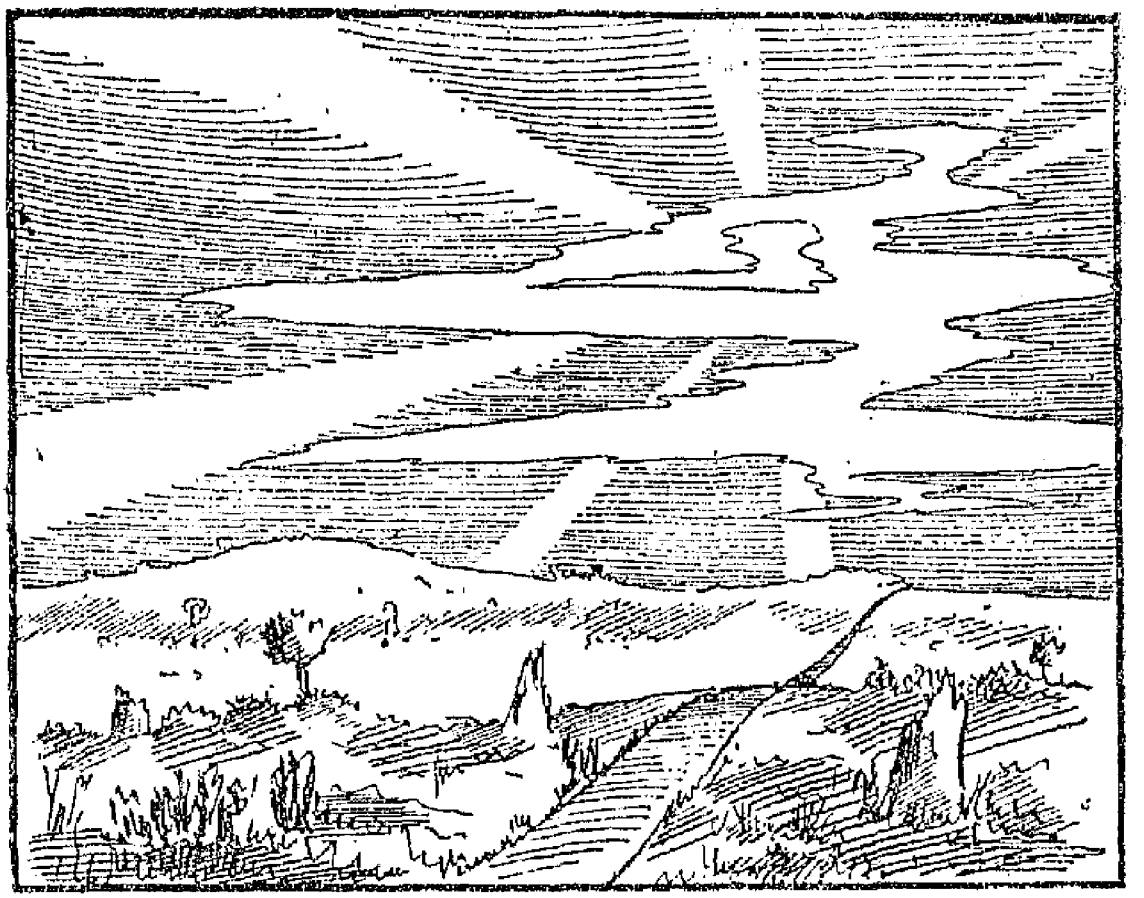
٣ — لماذا تفيد المرآة وضع العلامات صحيحاً ، على ورقة النشاف ؟

٤ — أذكر بعض الأشياء التى اكتشفتها ، بالنظر فى المرآة؟

الباب الرابع

أشعة الضوء

Beams of Light



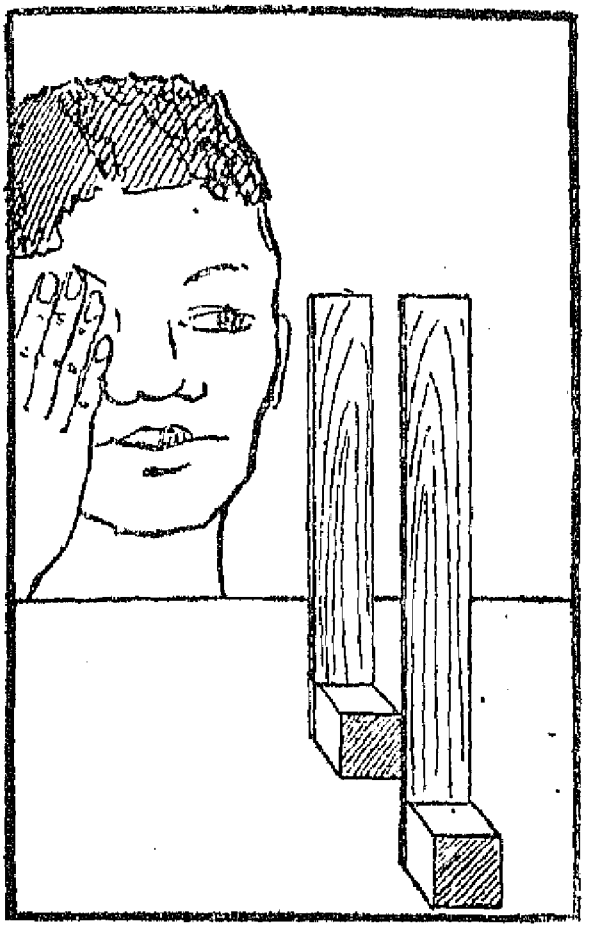
وقت غروب الشمس نستطيع أن نرى أشعة الضوء ساطعة بين السحب . ونستطيع أن نرى استقامة تلك الأشعة وهى تبدو أنها تضيق فى اتجاه الشمس ، كما تضيق المساحة بين قضبان الطرق الحديد ، كلما زادت مسافة البعد عنا فى امتدادها ونحن نعرف أن

القضبان ، فى الحقيقة ، لاتقترب من بعضها ، ولاتتغير المسافة بين كل قضيبين متوازيين . ولو فعلت ، لكان معنى ذلك أن يقذف القطار بعيداً عنها . فالخطوط الحديدية ، مثل الأشعة الضوئية ، لايكون اقترابها من بعضها ، إلا ظاهرياً ، وليس حقيقياً .

وعندما نفتح باب منزل ليلا ، نستطيع أن نرى شعاعاً كبيراً من الضوء ، يشع خارج الباب ، وحافتا الشعاع ، مستقيمتان لاعوج فيهما .. ونرى الشعاع أوضح ما يكون ، عندما يوجد قليل من الضباب ، يعكس الضوء إلى أبصارنا ! . . وكذلك ترسل المصابيح أشعة طريلة مستقيمة من الضوء ! . .

والآن ، لنعمل ثقباً صغيراً فى رقعة من الورق الداكن اللون ، ثم نثبتها على نافذة ، ونرى كيف أن شعاع الضوء ، النافذ من الثقب ، معتدل ومستقيم غير ذى عوج أو تعرج ! . . ثبت مرآة بالقرب من الثقب ، بحيث يعكس الشعاع عبر الحجرة . ثم ضع مرآة أخرى ، لتعكس هذا الشعاع ، تجد الشعاع المنعكس ، كذلك ، مستقيما ! . .

ولكى نوضح أن شعاع الضوء مستقيم معتدل ، تماماً ، نجعل شخصين يمسكان قطعة من القطن الأبيض ، كل منهما فى طرف ! . . فعندما نسحب قطعة القطن ، فى خط مستقيم على امتداد الشعاع ، نجد أن الضوء ينيرها كلها ، حتى طرفيها . . ولكن إذا لم يمتد خيط القطن مستقيما ، فإن الضوء لاينيرها كلها ! . .



قف ، بحيث تقترب عينـــاك من حائط ، ثم انظر على امتداد الحائط ، واغمض عينيك التى تكون أبعد عن الحائط .. فإنك تستطيع أن ترى أى شىء يكون أمام الحائط . ولكنك لاترى أى شىء يكون خلف طرف الحائط ، لأن الضوء لاينثنى حول نهاية الحائط ! ..

ثبت قطعتين من الخشب ، متساويتى الحجم والشكل ، بحيث تقفان فى وضع قائم معتدل ، إحـــداهما خلف الأخرى .. واغمض إحدى عينيك ، وقف بحيث ترى إحدى القطعتين خلف الأخرى تماماً .. وهنا ستجد أن الضوء الساقط على القطعة الخلفية ، لاينثنى ليدور حول القطعة الأمامية ، ولذا فإنك لاترى القطعة الخلفية .

وقد تضـع ثلاث أو أربع قطع من الخشب ، بحيث تحجب القطعة الأمامية جميع القطع من خلفها .. وستجد حينئـذ ، أن القطع جميعاً فى خط مستقيم .

والآن ، ضع قطعتين من الخشب ، بحيث تخفى إحداهما الأخرى ، عندما تفتح عيناً واحدة . ثم افتح عينيك معاً ، وانظر إليهما ثانياً ، فإنك ترى جزءاً من القطعة الخلفية ، أى أن مايحجب عن عين واحدة ، تراه العين الثانية ، لأن العينين ليستا فى نفس المكان الواحد !

ولأن لكل واحد منا عينين اثنتين ، لا واحدة ، فإننا نرى أكثر قليلا ، فى جانب أو فى آخر ، حيث تكون الأشياء مجسمة . أما فى الصور والمناظر ، فالأشياء المجسمة ، تظهر مسطحة منبسطة ، لأننا لا نستطيع النظر حول جانب الصورة أو المنظر .

وعندما يقترب الملاحون من البر ، فإنهم يراقبون علامات الإرشاد .. فيستمرون فى السير بسفنهم ، حتى يروا شيئين أحدهما خلف الآخر ! .. وقد يرون ـ مثلا ـ منزلا خلف شجرة كبيرة ، فيستمرون فى التقدم ، حتى يروا المنزل ، وقد وقف وراء الشجرة تماماً ! .. وإذا ظلوا فى سيرهم على خط مستقيم ، حتى تظهر لهم

علامتان أخريان ، إحداهما خلف الأخرى ، فإنهم يعرفون بذلك أنهم فى طريق الأمان والسلامة ! ..

تجارب عملية :

١ — ضع كتاباً على حافة المنضدة ، ومن خلف الكتاب ضع شمعة موقدة ، ثم انظر إلى الشمعة بعين واحدة ، وحرك رأسك حتى تستطيع رؤية الشمعة تماماً . ثم مد خيطاً من لهب الشمعة إلى عينك المفتوحة .. فعندما يكون الخيط مستقيما ، فإنه يلمس الكتاب لمساً تاماً .

٢ — ارسم شكلا لسفينة أثناء الليل ، وبين فى الشكل نوراً فوق السفينة ، يرسل شعاعاً فى فضاء السماء !

محادثة :

١ — كيف تعرف أن الضوء ينتقل فى خطوط مستقيمة ؟

٢ — كيف يستعين البحارة بعلامات الإرشاد ؟

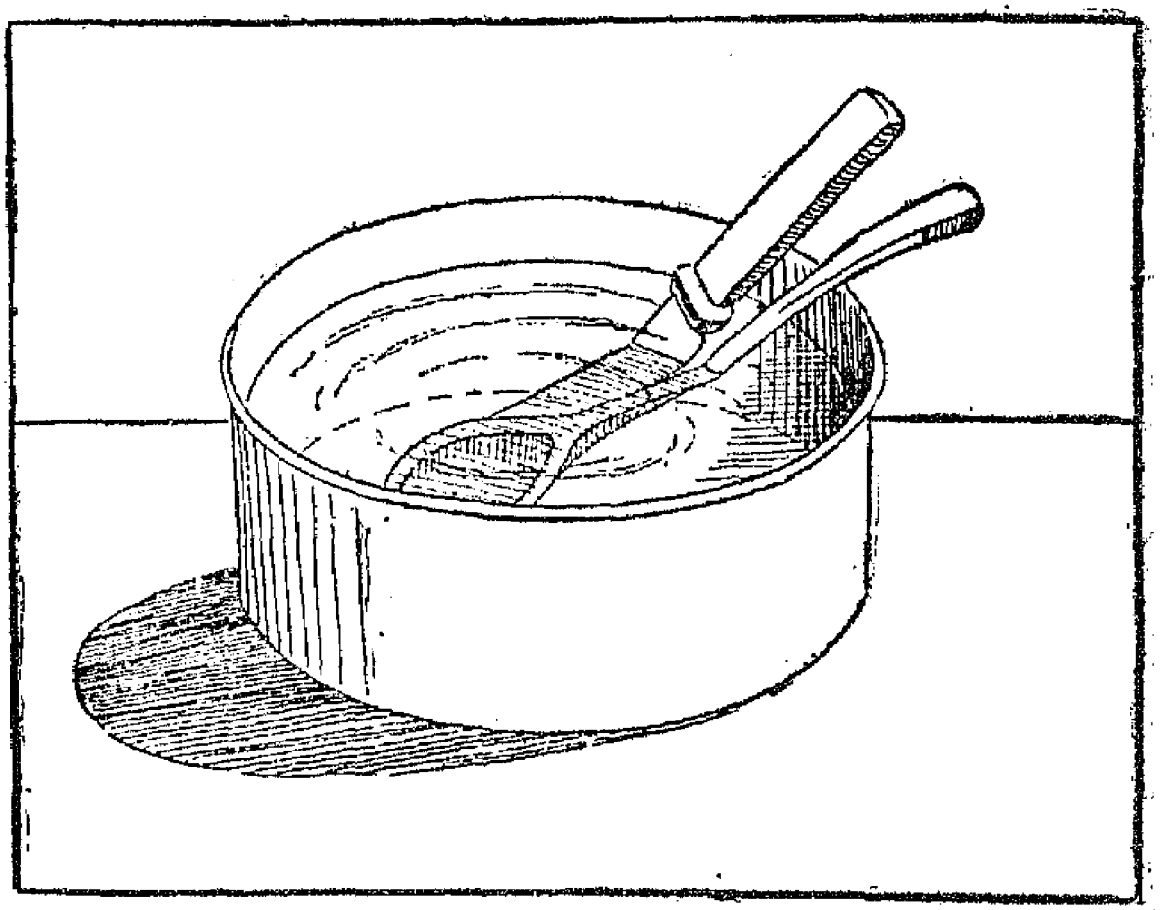
٣ — « أن يكون للإنسان عينان ، خير من أن تكون له عين واحدة » . برهن على صحة هذا القول .

٤ — حدث عن غروب الشمس خلف السحب ؟

الباب الخامس

انحناء أشعة الضوء

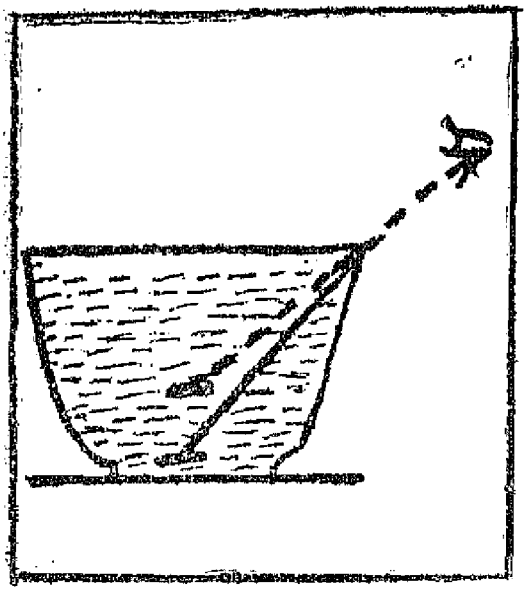
How Beams of Light Are Bent



ضع إناء فوق المنضدة ، وضع فيه قطعة من النقود ، وقف بحيث تستطيع رؤيتها تماماً . ثم تحرك إلى الخلف قليلا ، حتى تختفى قطعة النقود عن ناظريك تماماً . ودع شخصاً ما يصب ماء فى الإناء ، دون أن يحرك قطعة النقود ! . وعندئذ سيحدث شىء عجيب حقاً

إنك سترى قطعة النقود ، التى كانت قدغابت عن نظرك ، مع أنك لم تتحرك ، وكذلك لم تتحرك قطعة النقود ! .

ولكن شيئاً قد تحرك فعلا ! . . وطبعاً لم يكن ذلك الشىء أنت ، ولا قطعة النقود ، ولا الإناء ! .. إنه شعاع الضوء المنبعث من قطعة النقود إلى عينيك ، هو الذى تحرك ! .. فعندما يصب الماء فى الإناء ، ينحنى شعاع الضوء نحو الماء ، فى المكان الذى يترك فيه الماء وهكذا يصل الشعاع إلى عينيك ، وترى أنت قطعة النقود ! .



وقطعة النقود تحت الماء ، تبدو كأنها أعلى من مكانها الحقيقى كما أن الهواء يبدو وكأنه أقل عمقاً من الواقع والماء لا يظهر أبداً فى عمقه الحقيقى.

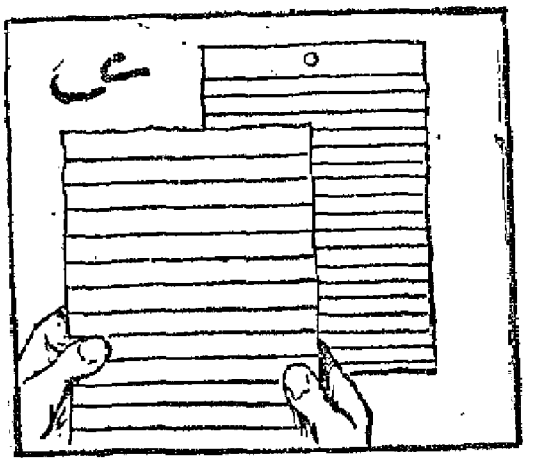
امسك قلم الرصاص ، فى وضع قائم ، مستقيم ، فى إناء به ماء ، وضع اصبعاً على طول المسافة التى انغمس فيها القلم فى الماء . ثم ارفع القلم ببطء خارج الماء ، فيبدو لك أطول مما كان فى الماء ! . . ارجع القلم مرة أخرى إلى الماء . . وسترى أنه يبدو أقصر من الحقيقة !.

والقلم الذى طوله ثلاث بوصات ، يظهر داخل الماء ، وكأن

طوله بوصتين لا أكثر ! . . والماء الذى يظهر كأن عمقه قدمين اثنين ، يكون فى الحقيقة عمقه ثلاثة أقدام .

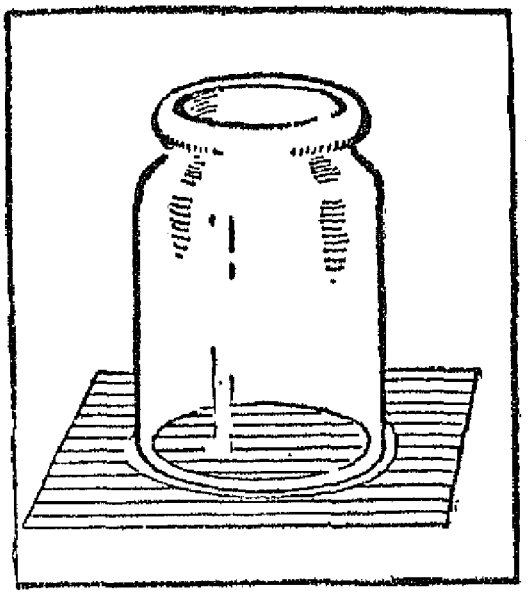
امسك القلم بزاوية ، داخل الماء ، تجده كأنه ينثنى . ونحن نعرف أنه ليس بالقلم أى انثناء .. ولكن الجزء الذى يكون تحت الماء، يظهر أكثر ارتفاعاً عن حقيقته .

وإنك تعرف كيف أن الأشياء تظهر أصغر حجما ، كلما ابتعدت عنك . . وفى إمكانك أن تدرك حدوث هذا فى مسافة قصيرة . . ولذلك ، احضر رقعتين من الورق المسطر ، وثبت إحدى الورقتين على حائط ، وضع الأخرى فوقها، بحيث تنطبق السطور تماماً ! . . والآن تحرك إلى الوراء ، وأنت تمسك بالورقة الأمامية بين يديك . . وهنا سترى أن المسافات بين السطور على الورقة التى معك ، تظهر أكثر اتساعا ، من تلك التى على الورقة الأولى ! .



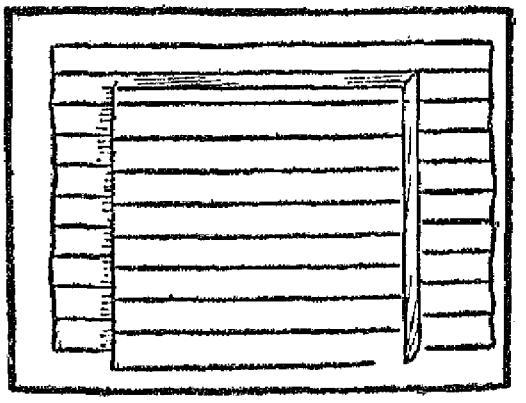
احضر قدراً من الزجاج ، واقطع جزءاً مستديراً من الورقة المسطرة ، يمكن أن يستقر على قاع القدر ، .. ثم اقطع دائرة

مفرغة فى ورقة أخرى ، بحيث تساوى استدارة القدر . ثم أدر هذه الورقة بحيث تنطبق سطورها على السطور داخل الإناء .



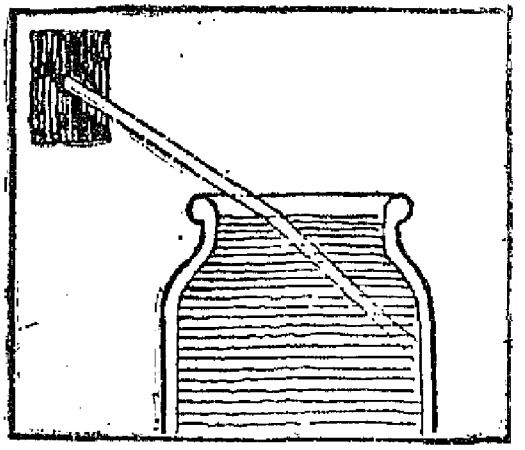
واملأ القدر ماء إلى النصف وانظر إلى داخـــل الإناء ، وسوف ترى أن المسافات التى تحت الماء ، أكثر اتساعا من تلك التى خارج ، . وهذا لأنها تظهر فى الماء أكثر ارتفاعاً .. والآن ارفع الورقة الخارجية حتى تتطابق السطور مرة أخرى ، وستجد أن عمق الماء ، قد بلغ ثلاثة أمثال المسافة التى رفعت إليها الورقة ؟ . .

املأ القدر بالماء إلى قمته ، فالمسافات تحت المـاء لا تزال تظهر أكثر اتساعا . . ارفع الورقة الخارجية حتى تتطابق السطور وستجد أن عمق المـاء ثانياً ، قد بلغ ثلاثة أمثال المسافة التى رفعت إليها الورقة .



وكذلك الزجاج ، يثنى أشعة الضوء الذى ينفذ فيه ولكى

نوضح ذلك ، ضع قطعة من الزجاج السميك ، على ورقة مسطرة، وانظر إليها ، تجد المسافات تظهر أكثر اتساعا تحت الزجاج ، كما أنها تبدو أقرب إليك وهكذا نعرف أن الزجاج يثنى أشعة الضوء تماماً كما يفعل الماء !.



اعمل ثقباً فى ورقة ذات لون داكن ، وثبتها على نافذة بحيث ينفذ منها شعاع صغير من الضوء .. وضع قدراً به ماء ، بحيث يسقط عليه الشعاع. ثم ضع قليلا من اللبن فى الماء وسلط الدخان على الشعاع ، وهنا ترى انثناء الشعاع ؟ ..

تجارب عملية :

١ — ضع إناء به ماء على المنضدة ، وانظر إلى داخله ، ثم إلى المنضدة ، وستدرك كيف أن الإناء ، يظهر كأنه يرتفع عن المنضدة .

٢ — ضع علبة من الصفيح ، فى مكان تسقط عليه الشمس . وضع علامة عند حافة الظل فى العلبة .. ويمكنك عمل ذلك بوضع

القلم الرصاص على طول الظل .. ثم املأ العلبة ماء ، وانظر مرة أخرى إلى حافة الظل .

محادثة :

١ — لماذا ترى قطعة النقود فى قاع إناء به ماء ، بينما تختفى نفس القطعة ، فى حالة خلو الإناء من الماء ؟

٢ — لماذا تظهر العصا كأنها مثنية عندما ينغمس جزء منها فى الماء .

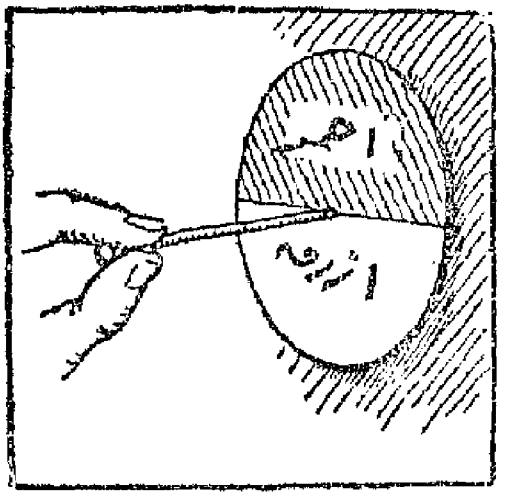
٣ — ماذا تفعل لتوضح أن أشعة الضوء ، تنثنى فى المكان الذى يترك فيه الماء ؟ ..

الباب السادس

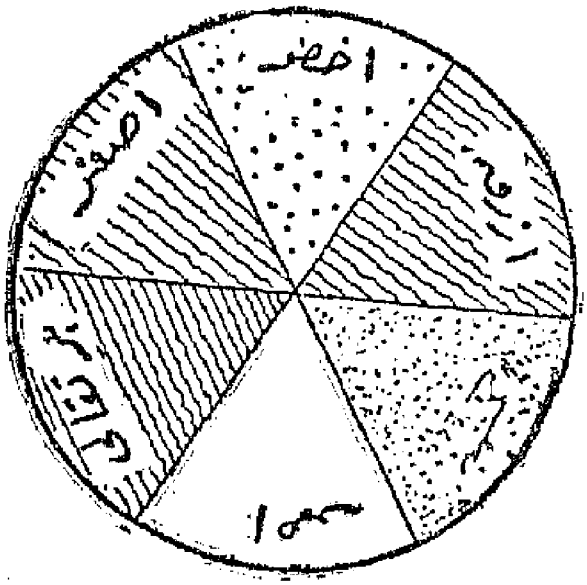
الألوان

Colours

اقطع بالمقص، جزءاً مستديراً من الورق المقوى، واغرس دبوساً فى وسط الورقة، واطرقها بخفة من حافتها، لتدور حول الدبوس.



لون نصف الورقة باللون الأحمر ولون نصفها الثانى باللون الأزرق، أو الصق عليها ورقة ملونة باللونين. ثم اجعلها تدور، وتدور، وستجد اللونين، وقد اختلطا ببعضهما إذ أن العين ترى أحد اللونين بسرعة بعد الآخر، بدرجة تجعلهما يمتزجان فى لون واحد، هو اللون الأرجوانى أى مزيج اللونين الأحمر والأزرق.



تستطيع أن تمزج ألواناً أخرى

بنفس الطريقة — أحمر وأصفر — أزرق وأصفر . . وتوجد مجموعة مدهشة من الألوان يمكنك أن تجربها ، وذلك بأن تقطع دائرة من الورق المقوى ، وتقسمها إلى ستة أجزاء متساوية، برسم خطوط تمر بوسطها . . لون الأجزاء باللون الأحمر ، فالبرتقالى فالأصفر ، فالأخضر ، فالأزرق ، ثم البنفسجى .. واستعمل فى ذلك أنصع الألوان التى يمكنك الحصول عليها . . فعندما تجعل الورقة تدور ، وتدور . . ستمتزج الألوان جميعاً ، وتعطى لوناً أبيض ! وقد يكون لوناً أبيض قذراً غير ناصع ، إذا لم تكن الألوان المستعملة من نوع نقى تماماً .

لقد مزجنا الألوان ، لنعطى اللون الأبيض . فهل باستطاعتنا أن نفتت اللون الأبيض . ليعطينا هذه الألوان ؟ . . حسناً . . لقد تم ذلك لنا ، فى قوس قزح .

فنحن نرى أقواس قزح فى الصباح ، وفى الأصيل ، عندما تكون الشمس ماثلة فى السماء . وقد يكون هناك مطر خفيف ، حتى إذا أشرقت الشمس بنورها على المطر ، رأينا قوس قزح ؟ . . قف ، بحيث يكون ظهرك إلى الشمس ، وسترى قوس قزح ، بنفس ألوانه الستة — الأحمر ، والبرتقالى ، والأصفر ، والأخضر ، والأزرق ، ثم البنفسجى .. واللون الأحمر ، فى الجهة الخارجية من القوس ! ..

والضوء المنبعث من الشمس ، يتخلل قطرات المطر ، والمطر يعكس الضوء إلينا . وفى نفس الوقت يتفتت الضوء الأبيض ، إلى ألوان مختلفة . .

تجارب عملية :

١ — أوجد الألوان التى تنتج عن مزج الألوان الآتية :

(ا) الأحمر والأزرق .

(ب) الأحمر والأصفر .

(ح) الأزرق والأصفر .

٢ — امزج الصابون الرخو (اللين) بماء المطر . . وانفخ فيه من خلال أنبوبة . . وانظر إلى ألوان قوس قزح فى الفقاعة، التى تتكون من هذه العملية . . وقد ترى ألوان قوس قزح . . كذلك ، فى المكان ، الذى عليه يسيل الزيت ، من الأرض !

٣ — ارسم شكلا يبين ألوان قوس قزح ..ووضح الألوان ذات الظلال ، فى اتجاهها نحو وسط القوس .

محادثة :

١ — متى نرى أقواس قزح ؟

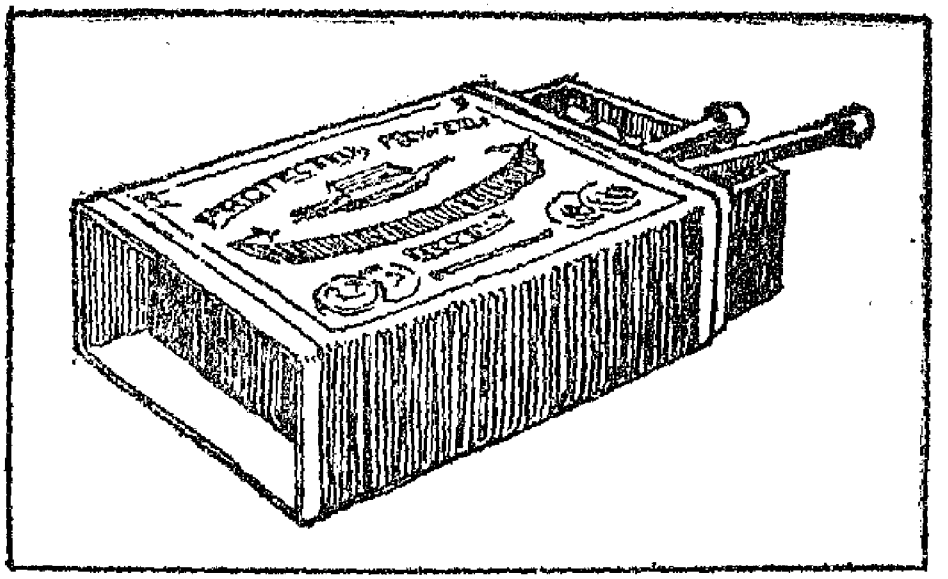
٢ — أى الألوان ، تنتج من مزج اللون الأحمر ، والأزرق ثم الأصفر ، مزجاً زوجياً ، أى مزج كل لونين اثنين منها ؟ . .

٢ — ماهى أسماء ألوان قوس قزح ، على التوالى .

الباب السابع

إشعال أعواد الثقاب

Striking Matches



عندما نريد أن نوقد مصباحاً ، فإننا نشعل عود ثقاب (كبريت) وذلك بأن نحك رأس العود ، فى جانب علبة الثقاب ، فيبدأ العود فى الاشتعال ، فلماذا يحدث هذا ؟ .

خذ قطعـــة من ورق السنفرة (Sand paper) . ثم حكها بأظفارك ، فتشعر بخشونتها الشديدة . ونحن نستعمل ورق السنفرة ، لنجعل الخشب ناعم الملمس . . إذ أن الرمل الخشن ، ينفض القطع الصغيرة ، البارزة من الخشب ، فينصقل ويصير ناعماً . وإذا حككت

قطعة السنفرة بشدة ، فإنها تسخن . . وقد تزيد حرارتها لدرجة أنك تكشف عن الحك ، وتتركها حتى تبرد ! .

وكلما احتك جسمان ، من أية مادة خشنة ، بعضهما ، فلا بد أن تسرى الحرارة فى كل منهما .

هل رأيت رجلا يسن سكيناً على حجر ؟ . . إن السكين تسخن كثيراً بالاحتكاك بالحجر . . والرجل يستعمل الماء البارد ، ليحول دون زيادة الحرارة فى السكين .

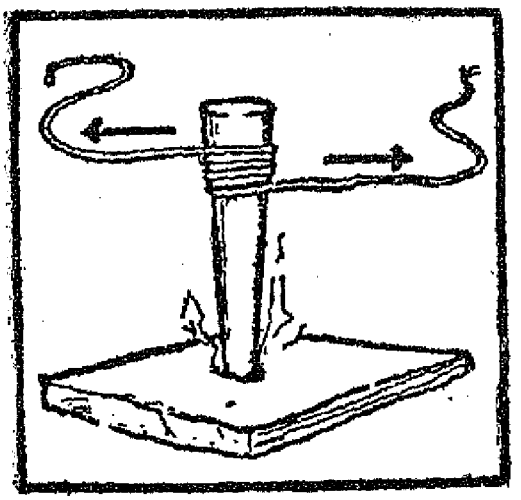
ارقب عجلة تدور حول عمود أو محور . . والجزء الذى تدور حوله العجلة يسمى المحور (Axle) . فإذا كان المحور خشناً ، فإن العجلة تسخن كثيراً جداً ، ولذلك فإنه يجب أن يظل ناعماً ، وذلك بتشحيمه ، أى بمده ببعض الزيت أو الشحم ، من وقت لآخر .

والآن تستطيع أن تدرك ماذا يحدث عندما تشعل عود الثقاب .. فإنك عندما تحك الثقاب على العلبة ، تجعل رأس العود ساخنة ، وعندما تسخن الرأس ، فإنها تحترق بسهولة ، ثم تشتعل ناراً بسرعة ويساعد جانب العلبة على توليد الحرارة وعلى الاشتعال كذلك .. وعندما تشعل عود الثقاب ، تجد أن بعض هذا الجانب يحترق ، ويساعد على إشعال الثقاب . وبالرغم من أننا نعبر عن هذا بقولنا (إشعال عيدان الثقاب) ، فإننا فى الحقيقة نقصد (حك عيدان الثقاب) .

وقبل وجود أعواد الثقاب ، كان الناس ، يحصلون على لهب النار ، بعملية الطرق ، أو الضرب (Striking) ، وليس بعملية الحك .. والمطرقة هى الأداة المستعملة فى دق المسامير .. وأنت عندما تدق مسماراً ، بواسطة المطرقة ، فإن رأس المسمار تسخن ، وكذلك تسخن المطرقة .

وكان الناس يحصلون على اللهب باستعمال قطعة من حجر الصوان (Flint) ، مع قطعة من الحديد الصلب . والصوان حجر شديد الصلابة جداً .. فعندما تطرق الصوان بقطعة الحديد الصلب ، فإنها تشتد سخونتها ، لدرجة أنها تخرج ذرات من مادة حارة نسميها شراراً (Sparks) .

وفى بعض أنحاء العالم ، يحصل الناس على النار بواسطة حك قطعة من الخشب بقطعة أخرى منه .. ولو حاولت هذه التجربة ، فقد تجعل أعواد الخشب ساخنة ، ولكن لا أظن أنك تحصل على لهب ، إلا إذا كنت على خبرة بعملها والخشب لابد أن يصير جافاً جداً حتى يمكن أن يحترق بسهولة . .



وعندئذ ، يجب أن تجعل قطعة الخشب تدور حول نفسها بسرعة ! . . فإنك لو تلفت (تبرم) القلم الرصاص بين يديك فإنه يدور بسرعة ! وبعض الناس

(يبرمون) الخشبة بهذه الطريقة . وبعضهم يلفون خيطاً حول عصا من الخشب ، ثم يشدون الخيط أولاً ، من جانب ، ثم ثانياً من الجانب الآخر !

تجارب عملية :

١ — اشعل عود ثقاب ، وارقب كيف يحترق . فالرأس تلتهب ثم يشتعل العود ناراً .. وخشب الثقاب يغمس فى الزيت ليساعده على الاحتراق .

٢ — احضر مسماراً كبيراً ، ثم دقه فى حجر .. والمس المسمار ! ثم المس المطرقة .

٣ — اطرق حجرين من الصوان ببعضهما . وانظر إلى الشرار المتطاير .

محادثة :

١ — ماذا يحدث عندما تشعل عود ثقاب ؟

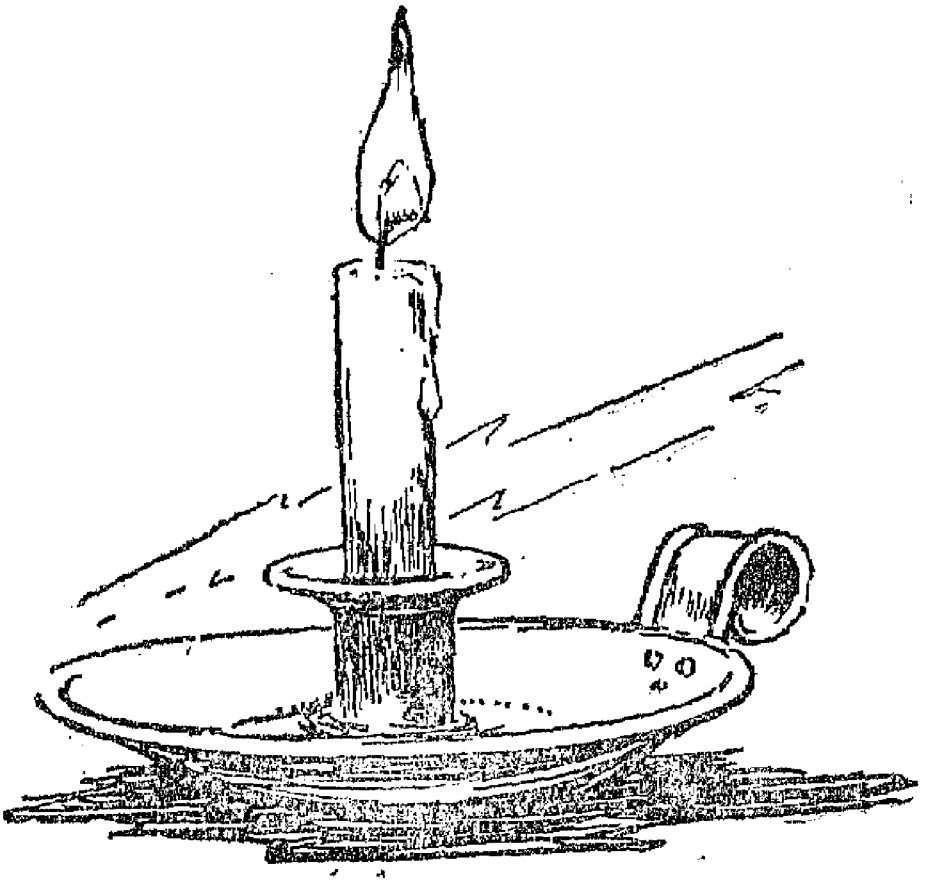
٢ — أين رأيت أشياء تزيد حرارتها بالحك ؟

٣ — كيف تجعل بعض الأشياء تسخن ، وتزيد حرارتها ؟

الباب الثامن

احتراق الشمعة

How a Candle Burns



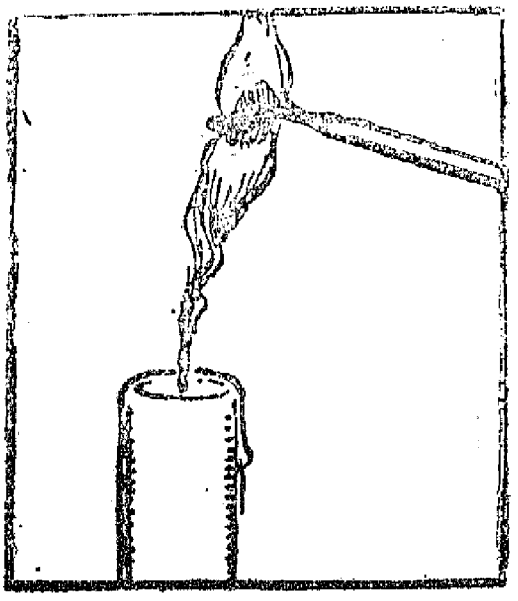
هذه شمعة ، وفى وسطها قطعة من القطن ، نسميها الشريط (Wick) . والمادة التى حول الشريط تعرف باسم (الشمع Wax) .

أوقد شمعة ، وراقبها وهى تحترق . . فالشريط يلتهب ، والشمع

يذوب . . ويوجد شمع ذائب حول الشريط ، وتحيط به طبقة من الشمع المتجمد ، الذى يحفظ الشمع الذائب من الضياع . ثم تذيب الحرارة الشمع القريب منـــه ، ويبقى الجزء الخارجى من الشمع محتفظاً بقوامه الصلب ، حيث لاتصل إليه حرارة تكفى لإذابته .

ألا ما أرفع الشريط ! . ولكن لو كان الشريط أكثر سمكا ، لكان اللهب أكبر ، وذاب الشمع كله ، وضاع سريعاً بلا فائدة !..

امسك شمعة موقدة فى ريح ، وانظر ماذا يحدث . . سيميل اللهب إلى جانب واحد ، ويذوب الشمع فى ذلك الجانب ، ويسيل كثيراً إلى أسفل . وسرعان ما تستهلك الشمعة إذا تركت فى الريح!



اشعل عود ثقاب ، ودعه يحـــترق . ثم افرك المادة السوداء بين أصابعك ، واسقطها فى الشمع الذائب . فإن القطع الصغيرة السوداء ، تجرى إلى الشريط ، وتبين كيف يتحرك الشمع . . إن الشمع يسيل إلى الشريط وهناك يحترق .

اطفىء الشمعة ، وارقب الدخان المتصاعد منها ، ويمكنك أن

تشم رائحة الدخان مثلما تراه ! . . أوقد الشمعة ثانية ، ثم اطفئها ، وفى الحال ، امسك عود ثقاب مشتعل فى الدخان ، فقد يشتعل الدخان كذلك ، ويسرى اللهب إلى الشريط . . جرب هذا أكثر من مرة ، وانتبه إلى وجود الثقاب فى الدخان ، لأن الدخان هو الذى يشتعل .

والآن نعرف ماذا يحدث . إن الشمع المتجمد يذوب ، والشمع الذائب ينساب إلى الشريط ، فيتحول إلى دخان ، ثم يلتهب ! . . فإذا أسقطت نقطة من الشمع فى نار ، أمكنك رؤيتها تذوب ، ثم تتحول إلى دخان ، ثم تحترق .

أوقد الشمعة مرة أخرى ، وارقب اللهب ، تجد هناك جزءاً أكثر سواداً حول الشريط تماما . وكل الضوء تقريباً ، ينبعث من الجزء الذى يعلو الشريط . . والجزء الخارجى من اللهب يكون ساطعاً جداً ، ولكن عند قمة اللهب يوجد جزء أقل بريقاً ، وهذا هو الجزء الذى منه يكون الدخان .

والجزء الأوسط من اللهب حول الشريط ، يكون فيه الدخان الكثيف الصادر من الشريط ، وهذا هو سبب اسوداد لونه . . والجزء الساطع يوجد حيث يحترق الدخان ؟ . .

والشريط دائماً ينحنى عند القمة ، وإذا لم يكن كذلك فمن السهل أن تثنيه . وفى طرف الشريط ، يوجد وهج أحمر ، حيث يكون خارج اللهب . . والشمع الذائب يحترق عن آخره ، قبل أن يصل إلى قمة اللهب .

اطفىء الشمعة ، واجعل الشريط قائماً بلا انثناء ثم أوقد الشمعة ثانياً . . وعندئذ لا ترى طرفا ساطعا ، لأن طرف الشريط صار فى الجزء المظلم الذى يغمره الدخان . دع الشمعة مشتعلة ، فسرعان ما ترى الشريط وقد انثنى مرة أخرى ! . . ولن تطول مدة استقامته . وبمجرد أن يصير الطرف خارج اللهب ، يسطع نوره ثانياً .

ولا تجد قطعة طويلة من الشريط خارج اللهب ، لأن الشريط يحترق تماماً بمجرد أن يتوقف عنه المدد من الشمع الذائب . . إنه يحترق ويتلاشى ، كما تحترق قطعة من الدوبارة ! . . وقد يكون للشمعة الجديدة شريط طويل ، ولكن الجزء العلوى منه سرعان ما يحترق ويتلاشى ، لأن الشمع الذائب لا يصل إليه .

ولهب المصباح يشبه كثيراً جداً ، لهب الشمعة . فبجوار الشريط ، يوجد الجزء المعتم ، حيث يكون الزيت لم يبدأ الاحتراق بعد . . ومن حول هذا الجزء ، يوجد اللهب الساطع حيث يحترق الزيت .

تجارب عملية :

١ — أوقد شمعة ، وعندما يذوب الشمع ، اطفىء اللهب ، وامسك عود ثقاب مشتعل فى الدخان . وانظر المسافة ، التى على بعدها يمكن إشعال الشمعة .

٢ — اقطع جزءاً من طرف الشمعة دون أن تقطع الشريط ، وبذلك ستترك شريطا طويلا . . أوقد الشمعة وانظر كيف يحترق الشريط ويتلاشى ؟

٣ — ارسم شكلا للهب شمعة . . ووضح قمة الشريط .

محادثة :

١ — ماذا يحدث للشمع المتجمد قبل احتراقه ؟

٢ — ما فائدة الشريط فى الشمعة ؟

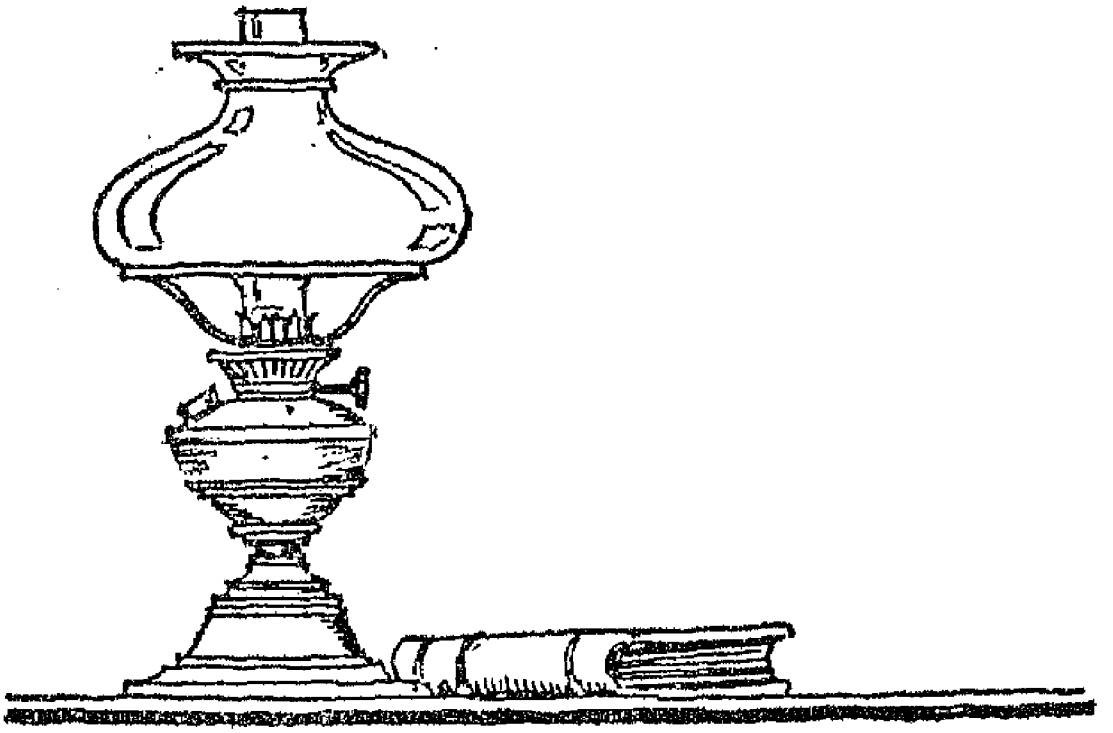
٣ — لماذا يكون لهب الشمعة دائماً أسطع نوراً حول حافته؟

٤ — كيف يذوب الشمع فى الشمعة الموقدة ؟

الباب التاسع

شريط المصباح

The Lamp Wick



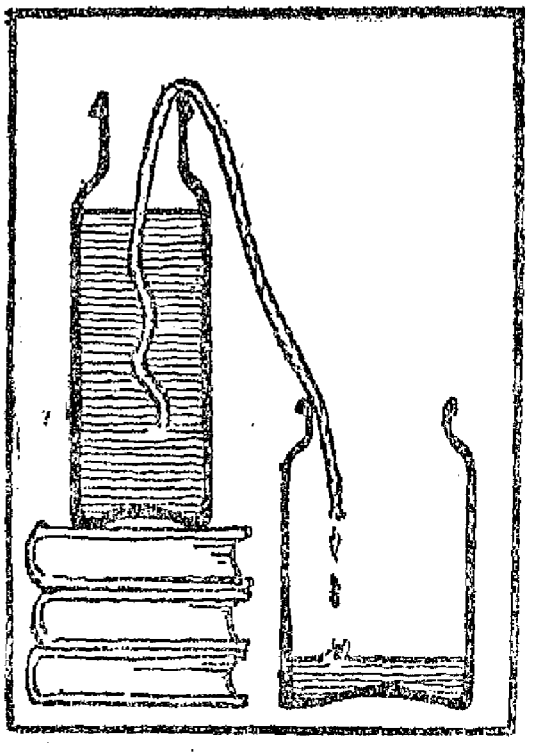
شريط المصباح ، أكبر بكثير من شريط الشمعة ولهذا فمن السهل أن نرى ما يحدث له .

فالماء والزيت والحبر ومثل هذه الأشياء ، تعرف بالسوائل ، وتوجد أشياء كثيرة ، تمتص هذه السوائل . . ضع نقطة من الحبر على طبق ، واجعل قطعة من السكر تلمسها ، تجد أن الحبر يتسرب

إلى المسام الصغيرة فى السكر ، وسرعان ما تحيلها إلى اللون الأسود أى لون الحبر .

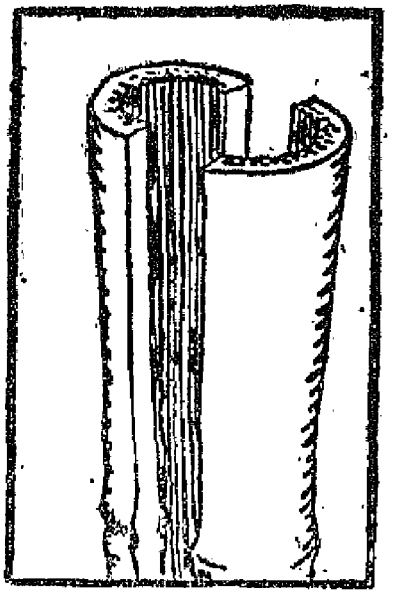
والآن ، ضع قطعة من الطباشير فى إناء مع قليل من الحبر السائل . وستجد بعد وقت ، قطعة من الطباشير الأحمر أو الأسود، حيث يكون الحبر قد تسرب إلى المسام الصغيرة فى الطباشير .

إليك قطعة من الغاب الهندى أو (البوص Bamboo) ضعها قائمة فى سائل الحبر ، وستجد بعد وقت أن الحبر قد صعد فى داخلها إلى القمة ! . . شق قطعة (البوص) من وسطها طولا ، تجد خيوطاً من الحبر تسرى من طرف إلى آخر . . فالحبر قد امتد خلال الأنابيب الصغيرة فى الغاب الهندى !



إذا حدث أن انسكب منك بعض المـــاء على الأرض ، فاستخدم قطعة من القماش لامتصاصه من الأرض . لأن الماء يتسرب فى المسام الموجودة فى القماش . وهكذا يمكن لقطعة القماش أن ترفعه عن الأرض .

عندما تحدث تلوثا ، أو لطخة من الحبر (Blot) فرق ورق الكتابة ، فإنك تضع فوقها ورقة النشاف (Blotting-paper) ، فيتسرب الحبر فى المسام الموجودة فى ورقة النشاف . أما ورق الكتابة ، فإنه ناعم مصقول ، وليس به مسام ولهذا السبب فإننا لا نستعمل ورق الكتابة لا متصاص لطخة السائل .



امسك قطعة من شريط المصباح ، تجد بها كثيراً من المسام التى يتسرب فيها السائل . فإذا وضعتها فى الحبر ، امتصت جزءاً منه ، أى أن الحبر قد تسرب فى مسامها .

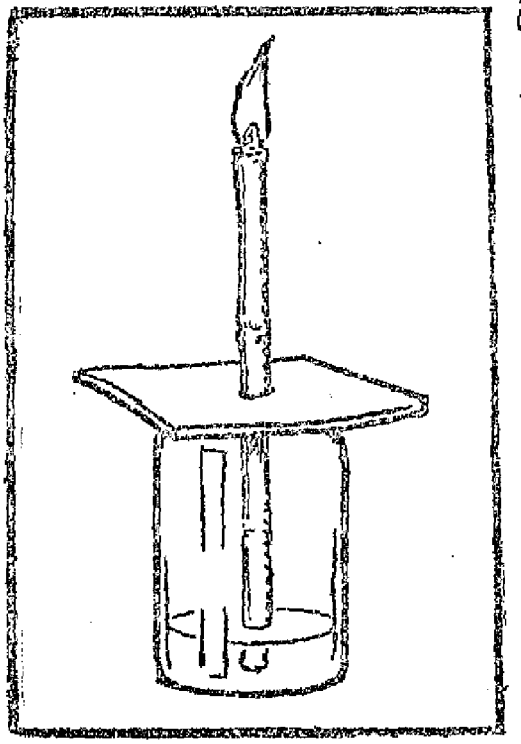
املأ إناء بالماء ، وضع قطعة الشريط ، بحيث يكون طرفها فى الماء ، والطرف الآخر يتدلى على جانب الإناء . وستجد أن الماء قد تسرب خلال المسام فى الشريط ، وبدأ يتساقط خارج الإناء ! .. وإذا ما تركته هكذا طول الليل ، مع إعداد إناء يتلقى الماء المتساقط فإن معظم الماء ينتقل من الإناء الأول إلى الإناء الثانى قطرة قطرة ! . .

والآن قد تفهم فائدة شريط المصباح ! . . إن الزيت يرتفع

إلى قمة الشريط خلال المسام الضيقة فى الشريط ، ويشتعل فى الطرف الأعلى من الشريط . . وكلما يحترق الزيت ، يستمر مدد آخر من الزيت فى الصعود . . هكذا يكون هناك دائماً مقدار من الزيت ، على استعداد للاشتعال !

ويحدث نفس الأمر مع شريط الشمعة . . فالشمع الذائب يرتفع خلال الشريط ، فيصل إلى طرفه الأعلى ، حيث يتحول إلى دخان يشتعل ! .

والشمعة والمصباح متشابهان كثيراً جداً . . ففى الشمعة يتسرب الشمع الذائب إلى أعلى الشريط . . وفى المصباح يتسرب الزيت إلى أعلا الشريط فالشريط . . يجب أن يكون به مسام كثيرة يتخللها الشمع الذائب أو الزيت . . وقطعة من السلك ، لا تجدى نفعاً ، إذا استعملت شريطا ، لأنه ليس بها مسام كتلك التى فى القطن ! . .

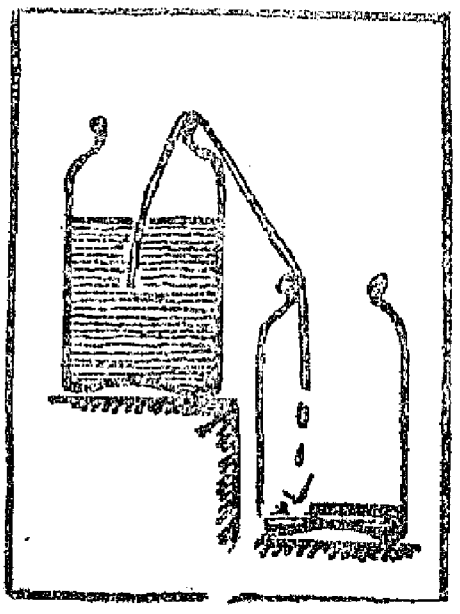


يمكنك ان تصنع مصباحاً صغيراً ، بقطعة من الغاب الهندى (البوص) ضع قليلا من الزيت فى إناء ، وثبت قطعة من الغاب قائمة فيه . واترك الزيت قليلا . حتى يرتفع خلال الأنابيب الصغيرة الموجودة داخل قطعة الغاب .

شق وسط ساق (عود) من أى نبات ، فإنك ترى أنابيب صغيرة تتخللها . فالماء ، مع غذاء النبات ، يصل إلى الجذور ، ثم يصعد ، من الجذور ، خلال هذه الأنابيب فى سيقان النبات ، تماما كما يحدث فى قطعة الغاب ، وفى شريط المصباح . . فالنبات يتغذى بنفس الطريقة ، كما يتغذى لهب المصباح ، بالسائل الذى يصعد خلال المسام .

وعندما تسقى النبات ، زوده بكثير من الماء ، فإنك لو وضعت قليلا من الماء على الأرض ، فقد لا يصل إلى الجذور ، وقد لا يكون للنبات منه فائدة كبيرة .

تجارب عملية :



١ — املأ إناء بالماء . واقطع قطعة طويلة من ورق النشاف ، واجعل أحد طرفيها فى الماء ، والطرف الآخر يتدلى على الجانب .

٢ — ضع قطعة من السكر فى ملعقة بها ماء . وارقب الماء وهو يتصاعد فى قطعة السكر ، وانظر ماذا يحدث لها .

٤ — ضع زهرة فى إناء به ماء ملون واتركها بضع ساعات .

٣ — احضر بعض سيقان النبات ؛ وشقها من الوسط ، وابحث عن الأنابيب الصغيرة داخلها .

محادثة :

١ — أى نوع من الأشياء يمتص الماء ؟ ولماذا يستعمل القماش لامتصاص الماء ؟

٢ — كيف يساعد الشريط المصباح على أن يوقد ؟

٣ — ما فائدة الأنابيب فى النبات ؟

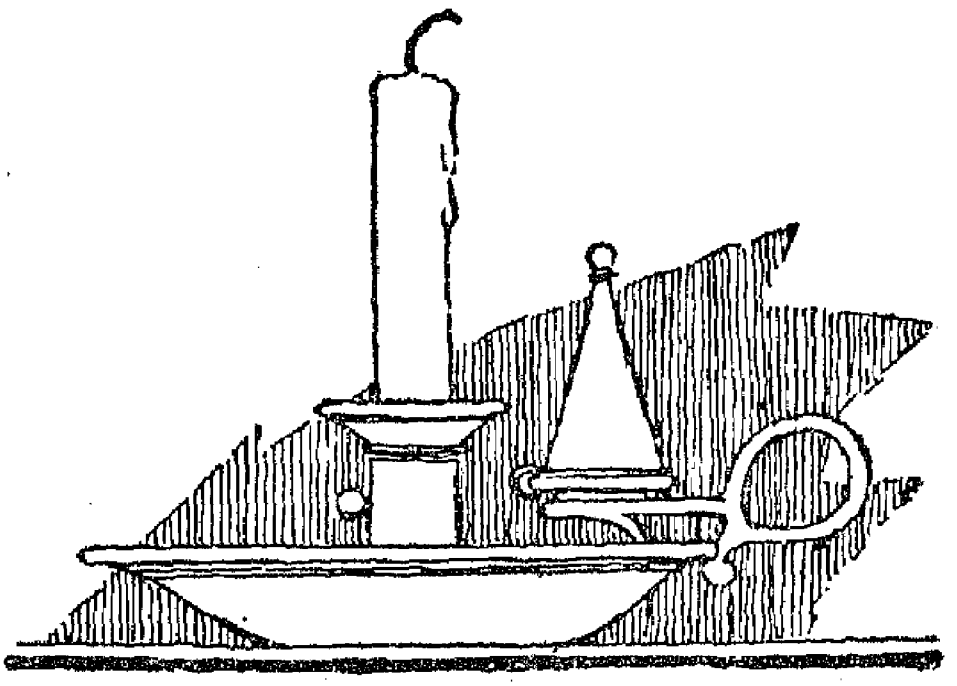
٤ — ماذا يحدث عندما يترك شريط المصباح على جانب إناء به ماء ؟

٥ — ما وجه الشبه بين النبات والمصباح ؟

الباب العاشر

الهواء لازم لاشتعال الشمعة

The Candle Needs Air to Burn

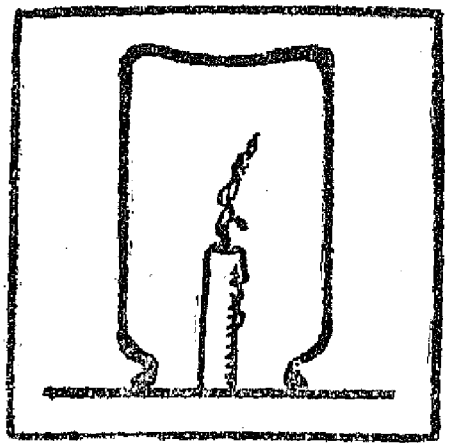


بدون الهواء ، لا تشتعل الشمعة أبداً !

أوقد شمعة ، وضعها على المنضدة ، وانتظر حتى يسطع نورها، ثم ضع فوقها وعاء من الزجاج . وحينئذ ، سوف لا يلبث لهبها إلا قليلا ، ثم يخبو وتنطفىء الشمعة .

أوقد الشمعة مرة أخرى ، وضع فوقها الوعاء الزجاجى ؛ وعندما

تكون الشمعة على وشك أن تنطفىء ، ارفع الوعاء ، تجدها وقد عادت إلى الاشتعال . ذلك لأنها تحصل على هواء جديد عند رفع الوعاء .



وتستطيع أن تطفىء الشمعة ، إذا أمسكت الشريط بين اصبعيك ، وذلك لأنك تكون قد منعت الهواء عن اللهب فينطفىء .

ولكى تطفىء نوراً ، أو ناراً ، يجب أن تمنع الهواء من الوصول إلى كل منهما . فإذا ما اشتعلت ملابسك ناراً ، فإنك تستطيع إطفاء النار بمنع الهواء من الوصول إليها ولا تندفع فى التحرك هنا وهناك ، فقد تأتى الحركة بهواء جديد ، يزيد النار اشتعالا ، ويزيد

ملابسك سوءاً وضرراً وأن خير طريقة ، لدرء خطر النار ، هو أن تلف نفسك فى حصير ، أو فى سجادة .

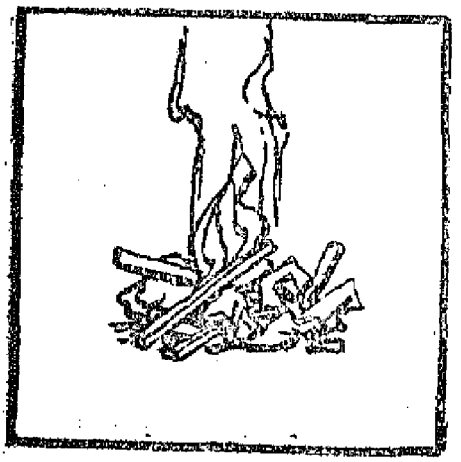
امسك رقعة من الورق فى لهب ، تجد أنها سرعان ما تشتعل

ناراً ؛ فإذا أردت إطفاء النار ، فلا تلوح بالورقة فى الهواء، ولكن ضعها بهدوء على الأرض ، حيث ينقطع عنها الهواء من أسفل . ثم اضغط بشىء ما فوق الجزء الملتهب !

إن رقعة الورق تشتعل بسهولة ، لأن مقداراً كبيراً من الهواء يصل إليها من الجانبين ، ولكن كومة ، أو كمية من الورق محزومة بإحكام ، لا يمكن إشعالها إلا بصعوبة . . إنها سرعان ما تشتعل من الجانب الخارجى ، الذى يحمل إليه الهواء . ولكن الجزء الداخلى ، المعزول من الهواء ، لا يشتعل أبداً !

ونحن لا نشعل النار ، بمسطحات الورق المضغوط ، وكثير من الأوراق لا تشتعل بسبب عدم وصول الهواء إليها. ولذلك نلف الورقة لفاً خفيفاً ، حتى يستطيع الهواء الوصول إليها من الجانبين !

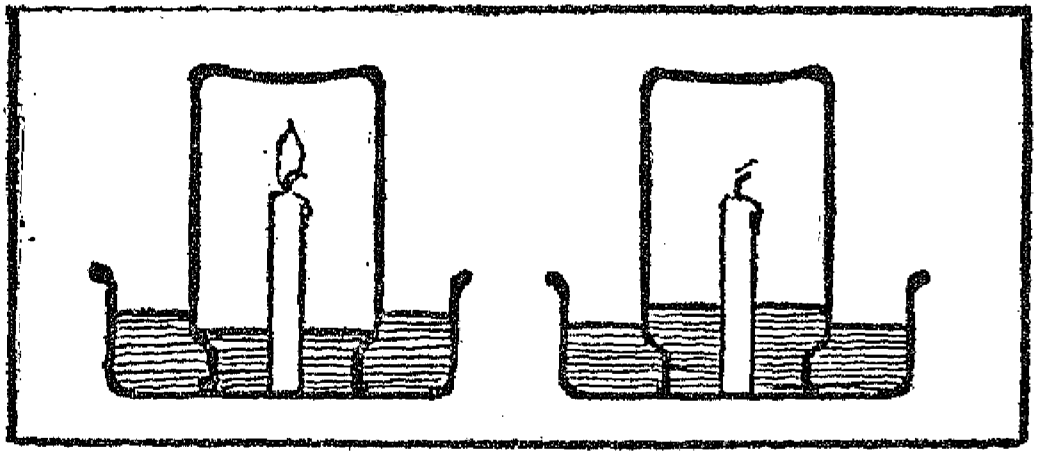
وقطعة الخشب السميكة ، تشتعل ببطء . لأن الهواء لا يصل إلا إلى جانبها الخارجى ، ولكننا إذا قطعنا نفس القطعة إلى شرائح طويلة ، فإن الهواء يتسرب إليها ، وتشتعل بسرعة .



وأى شىء نريد إشعاله ، يجب أن نمده دائماً بهواء جديد ، وإلا انطفأ اللهب ، وذلك لأن النار ،

تستهلك جزءاً من الهواء . ويمكن إيضاح ذلك بإشعال شمعة داخل وعاء من الزجاج .

ثبت شمعة قائمة فى إناء ، وضع بعض الماء فى الإناء ، ثم أوقد الشمعة . وعندما يسطع لهب الشمعة ، ضع فوقها الوعاء الزجاجى ، تجدها تنطفىء بسرعة ، لأن الهواء الجديد ، قد منع عنها . . دع الوعاء الزجاجى يبرد ، واعرف مقدار ارتفاع الماء فيه . . إن الماء يرتفع فى الوعاء ، لأنه قد استهلك مقداراً من الهواء .. وفى الهواء شىء يجب أن تحصل عليه الشمعة لكى تشتعل .



تجارب عملية :

١ — ضع شمعة فوق المنضدة ، وأوقدها ، ثم ضع فوقها وعاء من الزجاج ؛ وعندما تكون على وشك أن تنطفىء ، ارفع عنها الوعاء .

٢ ــ اصنع حريقاً صغيراً ، بلفائف الورق ، والأعواد الجافة

٣ ــ ضع فوق النار كتاباً (عديم النفع) ، ثم قلب صفحاته بعصا .

محادثة :

١ ــ لماذا نلف الورق ، عندما نريد أن نشعل النيران ؟

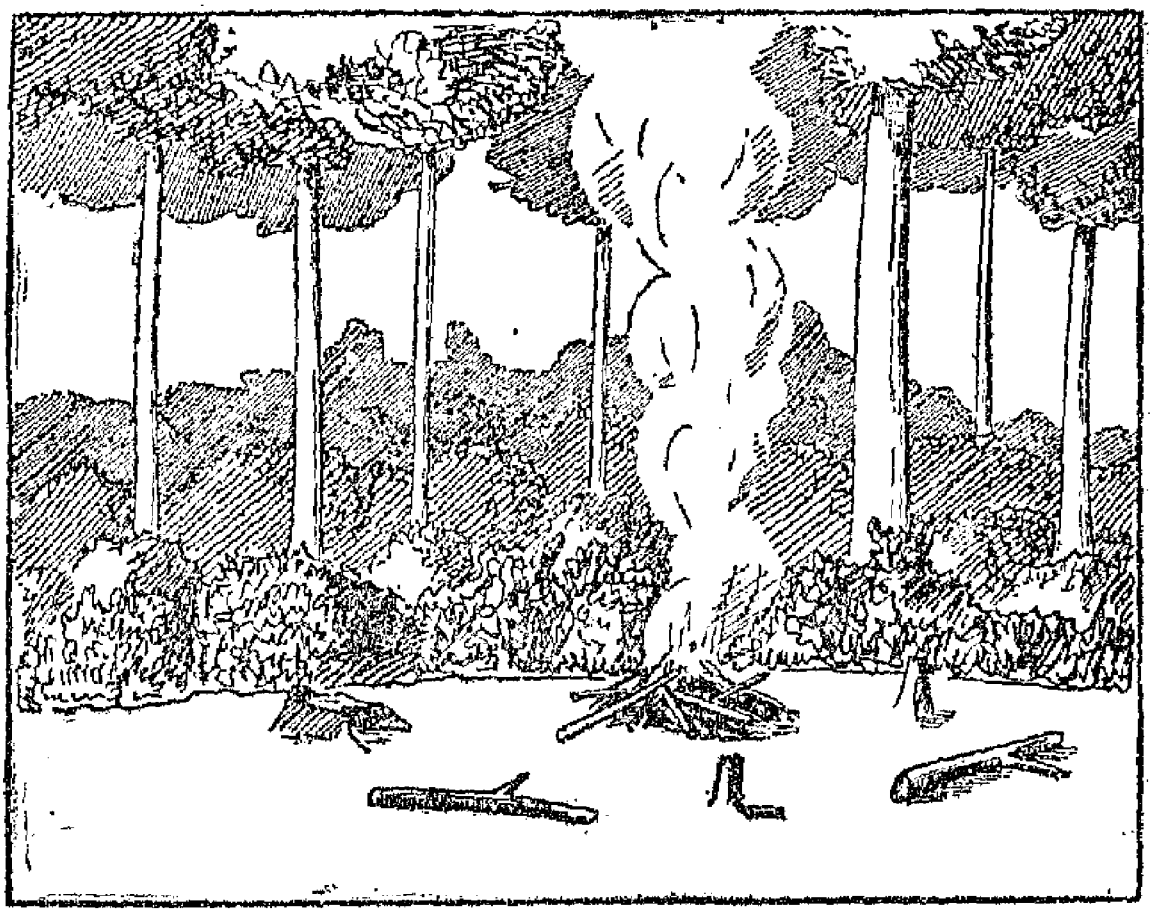
٢ ــ لماذا تشتعل الشمعة بلهب ذى دخان ، عندما تكون تحت وعاء زجاجى ؟

٣ ــ ماذا تفعل ، إذا اشتعلت ملابسك ناراً ؟

الباب الحادى عشر

عمل زجاجة المصباح

What The Lamp Chimneu Does

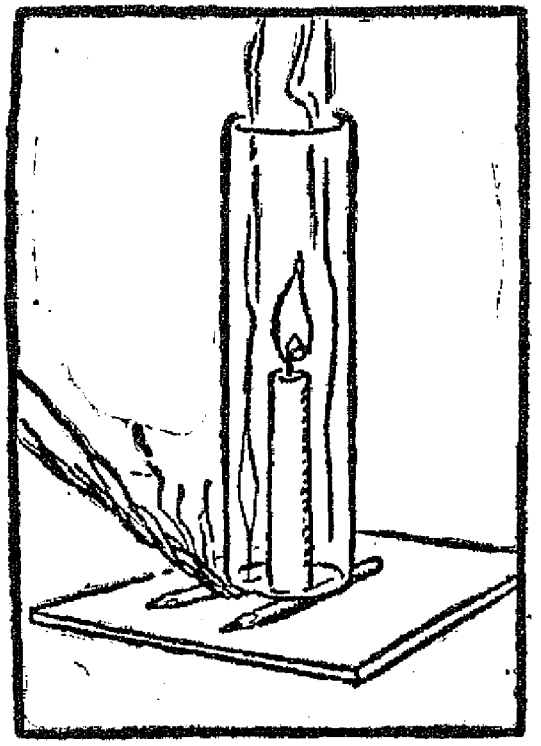


تركب زجاجات حول المصابيح والشموع .

انظر إلى لهب شمعة . . إن قمة اللهب فى الغالب تكون معتمة ذات دخان . . ضع الشمعة فوق المنضدة . وضع زجاجة مصباح

من حولها ، مرتكزة على المنضدة . وهنا قد يزيد دخان اللهب ، أو قد ينطفىء ! . وهذا لأنه لا يصل إلى اللهب إلا مقدار قليل جداً من الهواء .

والآن ارفع الزجاجة عن المنضدة قليلا ، ويمكنك أن تفعل ذلك بوضع قلمين من تحتها مثلا . وفى الحال سوف يتلألأ ضوء الشمعة ، ويزول الغمام والدخان ، من قمة اللهب . وهذا هو نفس ما يحدث فى المصباح . فإنك عندما توقد المصباح ، لايكون اللهب لامعاً براقاً ، كما لا يكون مستقيما ، ويصعد منه الدخان .. ولكن الزجاجة تغير كل ذلك ! .. فإذا اللهب يسطع ، والدخان يختفى ، بمجرد وضع الزجاجة على المصباح ! ..



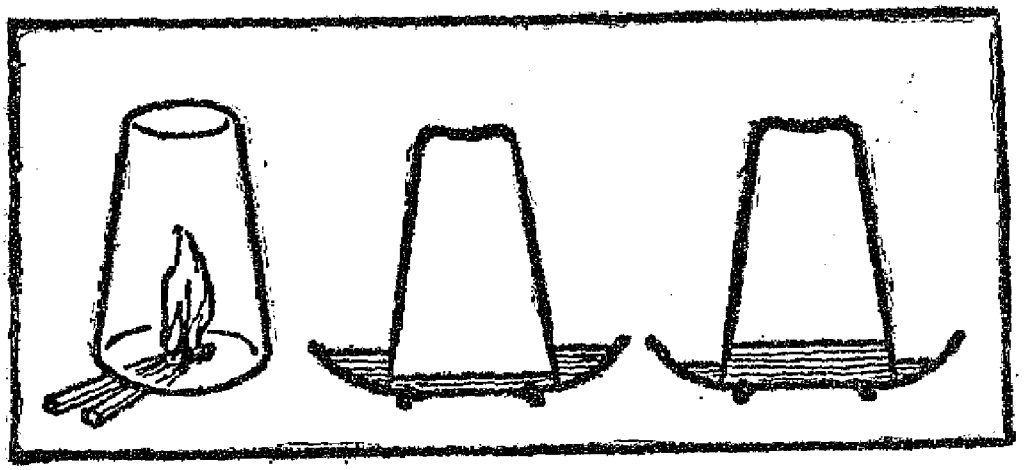
أوقد شمعة ، وثبتها على المنضدة ، ثم ضع من حولها زجاجة مصباح مرفوعة على قلمين ، تجدها قد سطع ضوؤها .

امسك ورقة يصعد منها الدخان ، بالقرب من قاع الزجاجة تجد أن الدخان قد جذب إلى الداخل من أسفل الزجاجة ، ليصعد خلالها ، وليخرج من قمتها .

إن الهواء يجذب الدخان . والدخان المتحرك يوضح أن الهواء ينساب إلى الداخل من قاع الزجاجة . ثم يرتفع خلالها ، ويخرج من قمتها . وهذا هو السبب فى أن الزجاجة تجعل المصباح أو الشمعة تشتعل فى لهب ساطع . فالهواء الطلق يهب ، ماراً باللهب ، فيساعده على الاشتعال ، فيشتعل اشتعالا كاملا ، بدرجة تحرق كل الدخان!

ولماذا يجب أن يصعد الهواء فى الزجاجة إلى أعلى المصباح أو الشمعة ؟ . . وهنا بعض ما يساعدك على إدراك السبب :

ضع بعض الماء فى طبق فنجان فوق المنضدة ، وامسك كوباً فى وضع مقلوب ، أى فوهته إلى أسفل ثم اشعل عودى ثقاب ، وأدخلهما فى الكوب ، ليسخنا الهواء فيه . . وضع الكوب على الطبق ، مقلوباً كما هو ، واتركه حتى يبرد ، وارقب ما يحدث ! . . فعندما يبرد الهواء داخل الكوب ، يرتفع فيه الماء . وهذا يوضح أن الهواء يشغل مساحة أقل فى حالة البرودة ، منها فى حالة الحرارة . والهواء البارد أثقل وزناً من الهواء الساخن !



والآن انظر ما يحدث فى زجاجة المصباح ! .. ففى الزجاجة يوجد هواء خفيف ساخن ، ومن خارجها هواء ثقيل بارد ، والهواء الثقيل يدفع الهواء الساخن من طريقه ، فيندفع هذا إلى أعلى الزجاجة وكلما انساب الهواء البارد إلى الداخل ، فإنه يسخن باللهب ، ثم يندفع إلى أعلى بغيره من الهواء البارد وهكذا باستمرار .

وفى اليوم الساكن الهواء ، قد ترى الدخان يصعد من النار ، حيث يحمله الهواء الساخن إلى أعلى النار ، ويدفعه الهواء البارد الثقيل ، الذى يحيط به !

تجارب عملية :

١ — ثبت شمعة على قاع إناء من الزجاج ، وليس من المهم أن تكون فى الوسط تماماً . ثم أوقد الشمعة وارقب كيف تشتعل . . وثبت فى الإناء قطعة من الورق المقوى إلى أحد جوانب اللهب ، ولكنها لا تلمس القاع ، فإن الشمعة تصير أحسن اشتعالا ! . . ثم امسك قطعة من الورق يتصاعد منها الدخان ، إلى جانب الورقة الأولى بعيداً من اللهب ، وانظر كيف يتحرك الهواء .

٢ — أوقد شمعة وضع حولها زجاجة مصباح ، وارفع الزجاجة عن المنضدة ، ثم ضع قطعة من الورق المقوى فوق الزجاجة ، وارقب الدخان يتصاعد من الشمعة .

٣ — ارسم أشكالا للهب الشمعـــة ، فى حالة وجود زجاجة المصباح ، ثم فى حالة عدم وجودها .

محادثة :

١ — لماذا تجعل زجاجة المصباح ، الشمعة تشتعل بشكل أحسن؟

٢ — كيف تعرف أن الهواء الحار أخف وزناً من الهواء البارد ؟

٣ — ما فائدة زجاجة المصباح ؟

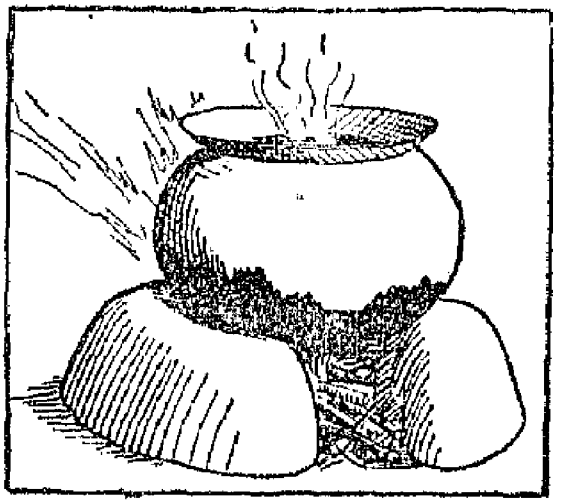
٤ — كيف تدخل الماء فى كوب من غير أن تصبه فيه ؟

٥ — لماذا يصعد الدخان من النار فى خط مستقيم ، فى يوم ساكن الهواء ؟

الباب الثانى عشر

مصير الشمعة

What Becomes Of The Candle



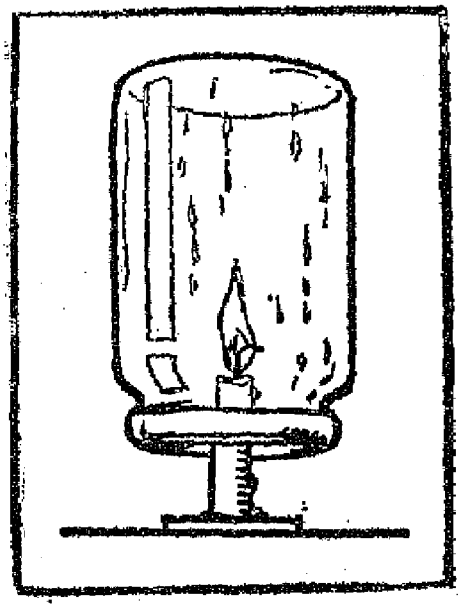
ارقب شمعة تحترق . . إن الشمع المتجمد يذوب ، إنه يتحول إلى دخان ثم يحترق . ولكن ما مصير هذا الشمع وإلى أين ينتهى ؟ هل كل مافى الأمر أنه يتحول إلى لاشىء ؟ .

من السهل أن نبين أن هناك شيئاً ما يتبقى عندما تحترق الشمعة ! امسك قطعة من الزجاج فى قمة لهب شمعة ، وحركها حولها ، ولكن لا تمسكها هكذا وقتاً طويلا ، فقد تحرق أصابعك . وسرعان ماتغطى قطعة الزجاج بالمادة السوداء ، التى نسميها السناج ، أو الهباب (Soot) .

قد يبدو شيئاً غريباً ، أن ينتج الهباب الأسود من الشمع الأبيض . ولكنك ترى أنه هكذا يفعل ! . .

وهناك شيء آخر ينتج من احتراق الشمعة ، . إنه شيء ليس من السهل رؤيته . أوقد شمعة ، وضع فوقها إناء من الزجاج وانظر إلى داخل الإناء ، حيث توجد قطرات صغيرة من الماء . . عليك أن تلاحظ هذا حالا ، لأن قطرات الماء تلك سرعان ما تجف وتزول . . إن جزءاً من الشمع يتحول إلى ماء .

وعند بداية إشعال الشمعة ، تستطيع رؤية الماء على زجاجة المصباح الباردة . وهذا الماء يأتى من احتراق الزيت . وهو يجف عندما تدفأ الزجاجة .



كما يتكون نوع من الهواء ، أو الغاز عند احتراق الشمعة ، ونحن لا نراه ، ولكننا نعرفه بما يحدث منه .

فهل تستطيع إحضار قطعة من الجير الحى (Quicklime) ؟ : إنك لن تحتاج إلا إلى قطعة صغيرة منه ؛ ثم صب عليها قليلا من الماء ، تجدها تدخن ، ثم تتفتت إلى رماد .. رج الرماد مع الماء .

ثم اتركه حتى يسكن .. صب ماء الجير (Lime-water) الصافى هذا ، فى زجاجة ، واحتفظ بها مغلقة .

صب قليلا من ماء الجير فى زجاجة ، وحركها من أسفل إلى أعلى وبالعكس ، فإنها لا تزال تظهر كالماء ! . . والآن ، أوقد شمعة ، وامسك إناء من الزجاج فوقها ، بحيث يكون مقلوباً وفوهته إلى أسفل ثم اقلب الإناء ، وبسرعة صب فيه قليلا من ماء الجير ، وحركه فيه إلى أعلى وإلى أسفل ، تجد ماء الجير وقد صار فى لون اللبن . وهكذا تدرك أن هناك شيئاً قد نتج من الشمعة الموقدة ، وأن هذا الشيء ، قد غير لون ماء الجير ، إلى لون اللبن !

ويمكننا الحصول على هذا الغاز من الخشب المحترق ، والزيت المحترق ، والغاز المحترق . . وقد تود أنت أن تعرف اسم هذا الغاز إنه يعرف باسم ثانى أكسيد الكربون (Carbon dioxide) .

ونحن نعرف الآن ، أنه عند احتراق الشمعة ، تتحول إلى سناج أو هباب ، ثم إلى ثانى أكسيد الكربون . وقد جمعت هذه الأشياء الناتجة من احتراق الشمعة ثم قدر وزنها ، فوجد أنها تزيد فى الوزن عن الشمعة نفسها . .

وأنت تذكر أن الشمعة عندما تحترق ، تستهلك جزءاً من الهواء ، وهذا هو السبب ، فى أن الهباب ثم الماء ، ثم ثانى أكسيد الكربون يكون وزنها جميعاً أكبر من وزن الشمعة .

وكلما زاد اكتشافنا ، كلما أدركنا أن شيئاً لا يضيع سدى . . إننا دائماً نرى الأشياء تتحول وتتبدل ! . . فالماء يزول بالغليان . . والخشب يتلاشى بالاحتراق . وهكذا . . ولكن هذه الأشياء تتحول إلى أشياء أخرى تماما ، كما تحولت الشمعة وتبدلت ! . .

تجارب عملية :

١ ــ أوقد شمعة ، وامسك طبقاً من فوقها ، ثم اجمع السناج الناتج من لهبها .

٢ ــ امسك قطعة مسطحة من الخشب ، فى نار ، . وقتاً قصيراً بحيث لا تحترق ، ثم ابحث عن السناج (الهباب) الذى تجمع على الخشبة .

محادثة :

١ ــ ما مصير الشمع ، فى الشمعة الموقدة ؟

٢ ــ كيف تعرف أن الغاز المسمى ، ثانى أكسيد الكربون ، يتكون عند احتراق الشمعة .

٣ ــ كيف يتكون ماء الجير ؟

٤ ــ ما هى الأشياء التى تنتج من احتراق الشمعة ؟ . .

تم بحمد الله

صدر حديثاً

مع الأولاد فى كل البلاد :

		ص
١ ــ أرض الرسالة	فريد فوده	٥
٢ ــ فى الصومال	عبد الصبور مرزوق	٥
٣ ــ فى اليابان	ملاك أحمد زيد	٦
٤ ــ فى سويسرا الشرق	إبراهيم صقر	٥
٥ ــ فى الكويت	فريد فوده	٥
٦ ــ فى اليمن	أحمد ماهر	٥

بنات العرب :

١ ــ بنات العرب	ثريا مفرح	٧
٢ ــ بنات الرسول	صلاح زيد	٧
٣ ــ جان دارك	ثريا مفرح	٥

نماذج لك :

١ ــ محمد الشاب الأمين	ثريا مفرح	٥
٢ ــ جمال عبد الناصر	عبد الرحمن فهمى	٧

دعائم القومية العربية :

١ ــ وحدتنا	عبد الفتاح محمود	٨
٢ ــ الفتوة	ثريا مفرح	٥

اشغل فراغك :

١ ــ رحلات وتعارف	فريد فوده	٧
٢ ــ مكتبتك . أنشئها بيدك	عبد الفتاح محمود	٧
٣ ــ حبر الكتابة	رمزى خليل	٥

معالم بلادنا :

		ص
١ ــ قناتنا	محمد هارون	٧
٢ ــ خان الخليلى	ثريا مفرح	٥
٣ ــ فرحات فى المنوات	فريد فوده	٧
٤ ــ أم الخير	فريد فوده	٧
٥ ــ تعاون وتصنيع	عبد الفتاح محمود	٧
٦ ــ الريف السعيد	رمزى خليل	٧
٧ ــ الأرض الطيبة	ثريا مفرح	٥
٨ ــ أم الخير	عبد الفتاح محمود	٥
٩ ــ نهضتنا الصناعية	أحمد ماهر	٥

سلسلة العلوم المبسطة :

١ ــ الهواء . . الريح . . المطر	السيد حشيش	٨
٢ ــ المرايا . . الشموع	السيد حشيش	٨
٣ ــ الضوضاء . . الشمس . . القمر	السيد حشيش	٨

سلسلة الكشوف العلمية :

١ ــ الكائنات الحية	١٥
٢ ــ كيف يعمل جسمك	٢٠

للدكتورين السيد زكى وعصمت مطاوع

تطلب من : ملتزم طبعها ونشرها « دار الفكر العربى »
٣٨ شارع جواد حسنى (طلعت حرب سابقا) بالقاهرة
تـ ٥٦٤٦٧ ــ ص . ب ١٣٠