

السيار الارضى

- ١ — الارض في الفضاء — ٢ — الارض كما ترى من القمر — ٣ — الارض كساعة سماوية
- ٤ — الارض كما ترى من الزهرة — ٥ — الارض في عالم السيارات — ٦ — الارض لا ترى من بعد
- زحل — ٧ — بعد الارض عن الشمس — ٨ — البرهنة على كروية الارض — ٩ — كيف نقيس الارض
- ١٠ — تسطح الارض — ١١ — وزن الارض — ١٢ — قوة اجاذبية — ١٣ — الجوف الملتهب — ١٤ —
- محور الارض — ١٥ — البرهنة على دوران الارض — ١٦ — تجربة فوكول — ١٧ — اتساق حركة
- الارض — ١٨ — المد والجزر

* * * *

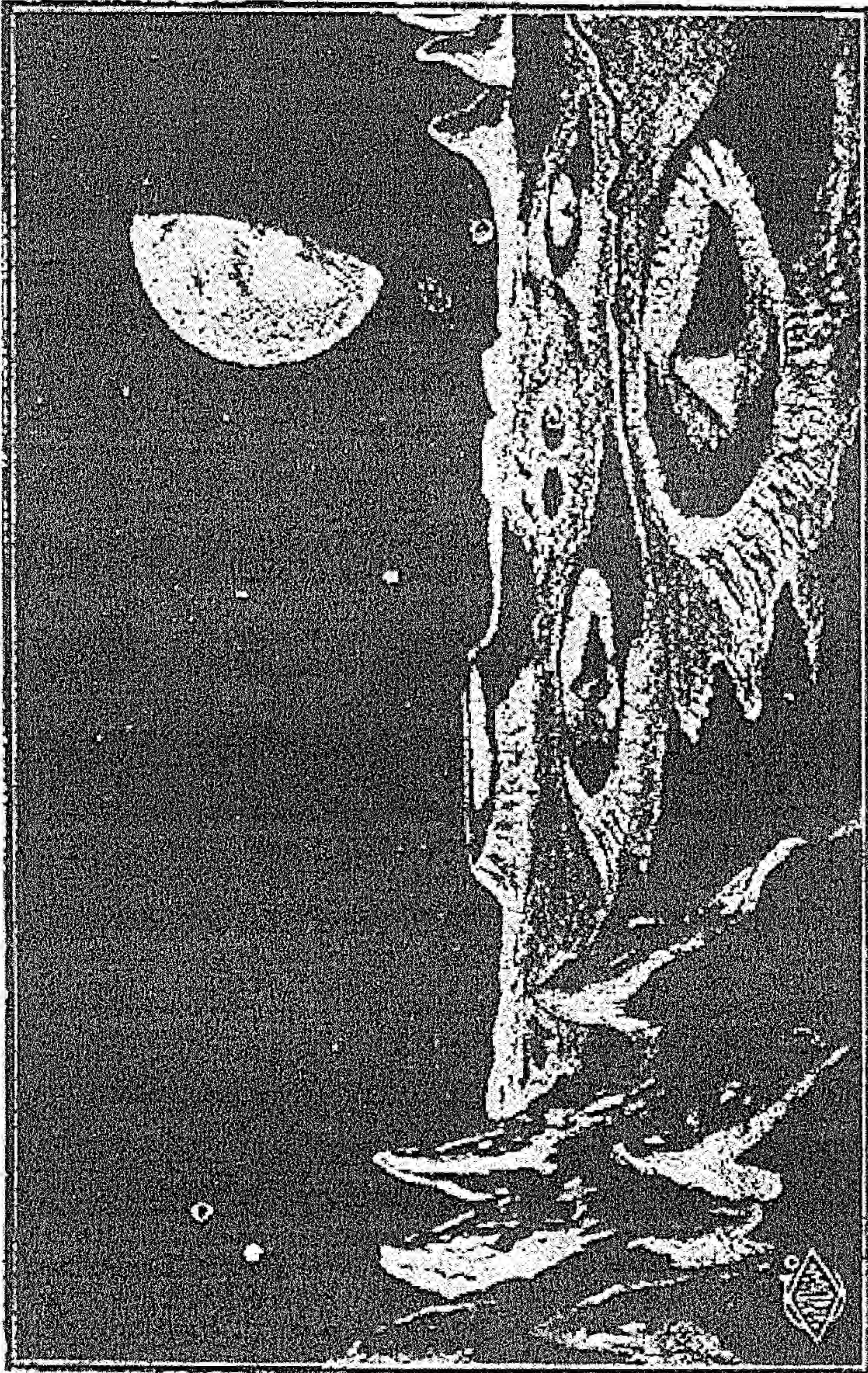
— ١ —

لا جرم أننا نبتسم ضاحكين كلما تذكرنا أن أجدادنا الاولين قد اعتبروا أن سيارتنا الارضى الصغير هو « الكون » . غير أننا لا يجب أن ننسى بجانب هذا أن فكرة أن الارض بما عليها من الغابات والجبال والوديان والبحار والانهار والخلائق ، بشرية وغير بشرية ، ليست الا السيار الثالث من بين السيارات التي تدور من حول الشمس ، هي بذاتها فكرة بعيدة عن العقل ، لانها لا توافق ظواهر الاشياء . فما أبعد هذه الفكرة عن العقول ! ولكن ما أقربها من الحقيقة .

أما اذا أردنا أن تفهمها فهما جيداً ، فانه يجب علينا أن نتحرر من شعور « الفوق » و « التحت » و « القمة » و « الحضيض » ، لانه ليس في الفضاء من شيء كهذا . فمكان نصف كرة الارض الجنوبي كالاوستراليين مثلاً — و الذين نعتبرهم « تحت » سكان أوروبا — يرون السماء بنجومها كما نراها نحن وكما يراها الاوروبيون ، ولو أنهم ، كما اعتقد القدماء الذين لم يدركوا أن الارض كرة ، معلقون فوق الكرة ، وارجلهم ، بالنسبة اليها ، تعلو رؤوسهم . وكما يضيء القمر على الارض ، كذلك تضيء الارض على القمر . فإذا نظرت الى الارض من المريح أو الزهرة أو المشتري أو بقية السيارات ، ظهرت سياراً لامعاً مضيئاً ، كما تظهر هذه السيارات لنا من فوق الارض تماماً .

كيف تظهر الارض لراء من سطح جرم من الاجرام السماوية ؟ ليس من الصعب علينا أن نتصور ذلك إذا اعتبرنا المسافة التي تفصل بيننا وبين ذلك الجرم ومقدار الضوء وحالاته وغير ذلك من الاعتبارات الطبيعية ، وأنه من المستطاع إذا انتقلنا من جرم الى جرم من تلك الاجرام أن نتطلع من فوقه إلى الارض ، كما نتطلع الآن من فوق الارض إلى تلك الأكر السماوية

الساحبة في الفضاء .



ولو كان القمر مأهولا ، لظهرت الارض لراء من سطحه على صورة تدعو إلى الاعجاب الشديد . فأنها تلوح له ككرة هائلة أو قرصاً يسبح في سماء القمر « السوداء » تحيط بها مجاميع من النجوم لا يمكننا أن نراها حتى في أصفى ليالى الشتاء من فوق سطح الارض . وبما أن القمر ليس له جواً - Atmosphere - فان اللون اللازوردى

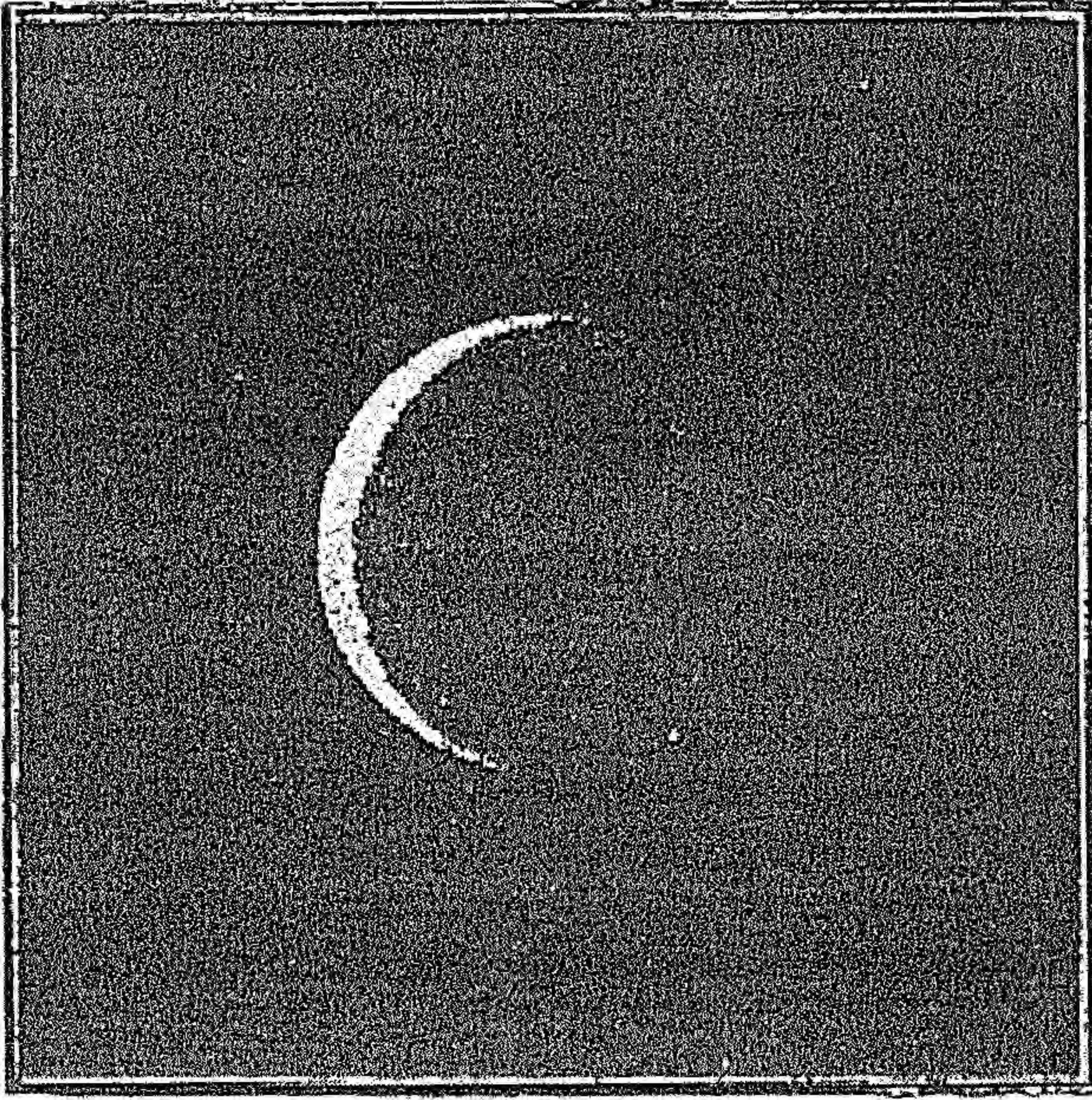
الذى يظهر للعين من صفاء الهواء وتراكمه يكون

منظر يري من القمر

تظهر النجوم من القمر في وضخ النهار في سماء سوداء اللون لان القمر ليس له جوا كجوا الارض . والمصورة من رسم العلامة هوغو بروغل الالماني

معدوماً خلال النهار أيضاً . وعلى هذا لا ينعكس ضوء الشمس بواسطة الهواء والغبار وبخار الماء على سطح القمر . فتظل السماء « سوداء » اللون تماماً حتى بعد أن ترتفع الشمس من فوق الأفق ، وتظل النجوم متألئة في أبوابها الفضية الناصعة .

أما « قرص » الأرض فأكبر من قرص القمر ثلاث عشر ضعفاً . فإذا لاح لنا القمر كأنه صحن من الفضة نراه على الحجم الطبيعي من بعد ١٠٠ قدم منا ، فإن الأرض تلوح وراء من سطح القمر في حجم عجلة من عجل العربات الكبيرة إذا نظر إليها من مثل هذا البعد . على أننا لانستطيع أن نرى من القمر ، الا تلك الاماكن التي تضيئها الشمس . وهكذا الحال في الأرض ، لانها كالقمر وبقية السيارات ، عبارة عن كرة مظلمة من الاحجار الصلدة . ولهذا نعتقد أن سكان القمر - لو كان مسكونا - يرون الأرض هلالاً سم في الربع الاول ثم بدرأ ثم في المحاق ، كما نرى أوجه القمر تماماً ، وخرجوا ينزهون في ضوء الأرض المسدل على سطح القمر ، ولتغزل فيها الشعراء ولعبدوا المحبون الواهلون ، كما يفعل أهل الأرض تماماً . وعند ما يلوح القمر لأهل الأرض هلالاً آخذاً في النداء ترى الأرض من القمر في المحاق الاخير ، وعند ما يكون القمر في أول ظهوره لأهل الأرض ، تكون الأرض بدرأ لأهل القمر . وعند ما تكون الأرض « بدرأ » لأهل القمر فانهم ترسل اليهم من الاضواء ما يوازي اثنى عشر ضعف الاضواء التي يرسلها القمر لأهل الأرض عند ما يكون بدرأ . على أننا نستطيع أن نرى بأعيننا هذه الاضواء التي ترسلها أرضنا إلى القمر . فان القمر عند ما يظهر لنا هلالاً دقيقاً ، فانا نستطيع أن نرى بقية القرص القمري مشدداً في ضوء رمادي ضعيف . وهذا الضوء هو ضوء الأرض انذى ترسله على الجهة التي تكون ليلاً من القمر . ولا جرم أن الاضواء التي ترسلها الأرض إلى القمر تكون أشد لمعاً وقوة عند ما تكون الصحاري الافريقية والاسيوية مواجهة للقمر ، وتكون على أقلها عند ما يكون المحيط الهادي مواجهة له ، لأن مياهه المتسعة ترسل



أضواء أوهن من الاضواء التي
ترسلها الصحاري الكبيرة .
أما تقاطيع وجه الارض
Configurations فلا يمكن أن
تري من القمر ، كما تری
« تقاطيع » القمر من الارض
لأن جو الارض يلقى على هذه
« التقاطيع » قناعاً يغشاها ،
فيحجب هيكلها . أما البحار
فتظهر رمادية اللون ، في حين
أن اليابسة تظهر مشعة مضيئة .

الاضواء الرمادية

ضوء الارض على القمر

وكذلك الاقطار القطبية فانها

تظهر بيضاء ، والغابات ترسل أضواء مخضرة في الصيف ، وسمراء في الخريف ،
ورمادية في الشتاء . وهذه الظاهرة تثبت لاهل القمر حقيقة تنير التصول في
جو الارض . وقد تحجب السحب الكثيفة أحياناً بقايا برمتها من سطح
الارض عن أن تظهر لراء من سطح القمر ، وهذه الظاهرة يهتم لها بالضرورة
علماء الارصاد يلاحظها من القمر ، ليعمل تكون السحب وتفرقها في
جو الارض .

إن اقاليم في حجم ايزلاندا أو ايقوسيا أو ايسريمكن أن ترى ظامرة بالعين
المجردة من سطح القمر . أما إذا تساحت العين بالمناظير البتربة - فالكوابيت
في قوة تلك التي تستعمل في مرصد « ايك » أو « مرصد يركس » فيمكن لنا ان نرى
أن يري هرم خوذو في طرف الصحراء المصرية كبقعة سوداء . وكذلك يمكن
أن يري فيلقاً من جيش يطوي صحراء منبسطة . أما مدينة عظمى كباريس أو
لندن فانها تكون من أجلى الاشياء ظهوراً ، في حين أن أضواءها تظهر
لفلكي من القمر كبقعة مضيئة في سطح الارض .

كذلك يمكن لاهل القمر أن يستخدموا الارض « كساعة » جوية لن

تقف وإن يتولاها الخلل . ذلك لأن دورتها الليلية يمكن أن تعرفهم الاوقات على صورة كاملة من الضبط بملاحظة البقع السوداء التي تظهر على سطحها . فان دورتها على سطح القرص الارضى يكون بمثابة ضابط للوقت لا يخل أبداً . غير أن هذه الساعة لا ينتفع بها الا سكان ناحية واحدة من نواحي القمر . ذلك لان القمر لا يظهر لنا الا وجهاً واحداً من وجهيه . أما سكان القمر الذين يكونون في النصف الآخر من جرمه الكروي - أى النصف الذى لا يرى من الارض - فانهم يحتاجون إلى سياحة طويلة ليتمكنهم أن يروا النجم العظيم - الارض - الذى يكون مرئياً على الدوام لآخوانهم الذين يسكنون الجهة المقابلة للأرض . ومن أجل أن تتصور غرابة هذا الامر ، تخيل أن القمر لا يرى من الارض الا فى أمريكا وحددا .

- ٤ -

الارض قريبة جهد القرب من القمر إذا قسنا بعدها عنه أو بعده عنها ، ببقية الابعاد التى تفصلنا عن بقية الاجرام . فان القمر هو جارنا الاقرب ، بل يمكننا أن نعتبره قطعة من الارض . أما إذا خرجنا من فلك القمر وابتعدنا عنه موغلين فى جوف الفضاء حتى نصل إلى أقرب السيارات منا وهي الزهرة ، فان الارض تكون مختلفة اختلافاً تاماً عما هى إذا نظرت من فوق القمر . إن الزهرة قد تكون فى أقرب نقطتها من الارض على بعد ٢٤٠٠٠٠٠ ر ٢٤٠٠٠٠٠ ميلاً فقط ! . وعلى هذا ترى الارض وراء من سطح الزهرة نجماً كبيراً مضيقاً لا ترى له مثيلاً فيما يحيط بنا من نجوم الفضاء . بل من الممكن أن يتبين ذلك الرأى قرص الارض بدياً ظاهراً ، بل من المستطاع أن تلتقى الارض بغوء ضئيل على سطح الزهرة يحدث لاشباحها ظلاً خفيفاً فى ليلة صافية الاديم . وكذلك قد يلاحظ هذا الرأى تغايراً يطرأ على قوة اللعنان الذى ترسله الارض : فان قاراتنا العظمى عند ما تواجه الزهرة ترسل اليها شعاعاً أقوى لمعاناً من الشعاع الذى ترسله المحيطات الكبرى . أما العين المجردة ففى مستطاعها أن تتبين القمر بهزمترواحاً حول الارض من ناحية إلى أخرى ،

فاذا تسلحت بتلسكوب قوى تبينت القارات والبحار وقطعاً شديدة البياض في القطبين الجنوبي والشمالي . أما بقية الاشياء الصغيرة فانها تظال محجوبة عن النظر . وربما أمكن تبين شيء من الجبال الشاهقة . أما البقاع المنخفضة التي تظهر تحت قوة كبيرة من الكشف ، فتوحى لاهل الزهرة بأن الارض غير قاحلة ولا مجدية . أما الخلائق البشرية ومصنوعاتها ومنتوجات قرائعها فلا يتبين منها أهل الزهرة شيئاً .

— ٥ —

وما يراه أهل المريخ أقل مما يراه أهل الزهرة . (١) فان المريخ في أقرب ابعاد عن الارض يكون على بعد ٣٧,٠٠٠,٠٠٠ ميل منها ، وعلى الرغم من أن الارض على هذا البعد لاتزال تظهر كنجم مضىء غير أن ضوءها يكون أضعف بكثير مما هو لاهل الزهرة . أما أقوى النظارات المقربة فانها تظهر الارض من المريخ كقرص صغير مرقط محاط بسحاب وتلي سطحه تلوج وجليد .

ولابتعد عن المريخ خطوة فلكية أخرى لنصل الى المشتري ، جبار النظام الشمسى . أما اذا بلغناه فان الارض لاترى الا كبقعة صغيرة مضيئة بحيث لاتستطيع أقوى التلسكوبات أن تتبين منها شيئاً ، اللهم الا نقطة أو اثنتين تظهران على سطحها . أما اذا احترقت كل الغابات التي تكسو أوروبا دفعة واحدة فان هذه الحريقة المزعجة لا تظهر في عدسة نظارة من فوق المشتري الا كتمبس ضئيل من النور لا يعيره اهل المشتري اقل اهتمام . ثم نصل الى زحل . وهناك لا ترى الارض من سطحه الا بمساعدة التلسكوبات الكبيرة لان البعد بينهما يبلغ ٨٨٥,٠٠٠,٠٠٠ ميل . فاذا تطلع راء الى الارض من سطح زحل فانها تلوح له قريبة جهد القرب من الشمس حتى لقد تظهر ثم تختفى في تموج الاشعة التي ترسلها الشمس من حولها .

(١) هذا الشرح مجازى صرف لان القمر والزهرة وبقية السيارات غير ماهولة ، ما عدا المريخ فانه يظن فقط ان به خلائق وانها اذا كانت موجودة فانها أقل بكثير من الانسان من حيث المؤهلات العقلية .

ولو فرض وكان زحل مأهولا ، ولم يكن لاهله من قوة الاختراع ما يمكنهم من استكشاف العدسات المقربة ، فانهم يظنون جاهلين بذلك السيار الذي نسميه الارض : أما اذا كان لديهم هذه العدسات وتدرعوا بالكثير من الصبر والقدرة على البحث ، فانهم يرون الارض نقطة مضيئة لماعة متلائة ، لا غير . في حين أن هذه الارض تعمرها الخلائق البشرية وغير البشرية من صور الحياة ، وفيها من الآلام الكثيرة الممزوجة بالوان عديدة من المسرات ، ما يكفي لان يجمل أهلها يحسدون العوالم الصامتة على هودها المهييب .

— ٦ —

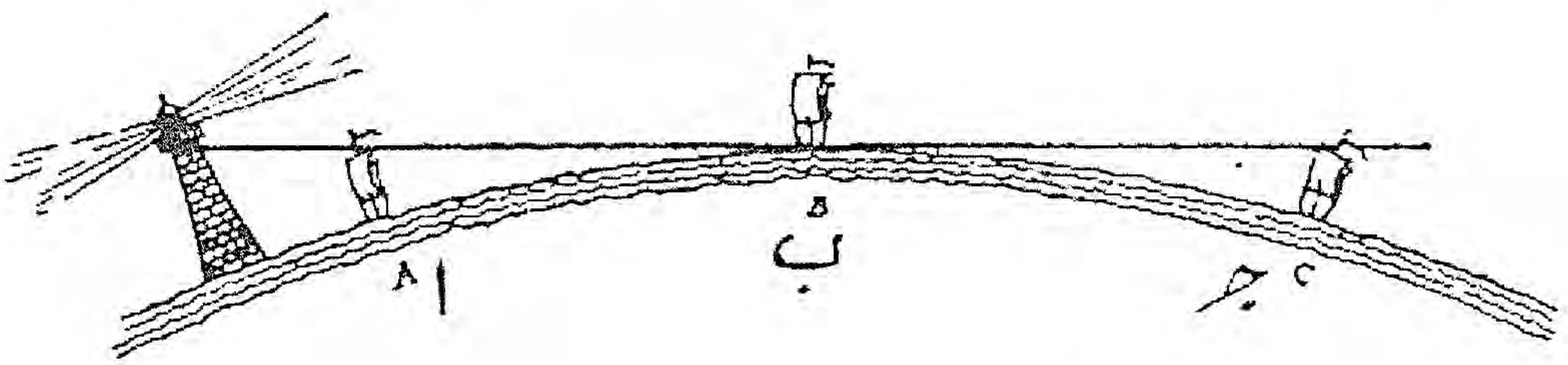
اذا تطلع راء من طرف زحل الآخر الى الارض فانه لا يستطيع أن يراها . فانها تكون قد غرقت في غمر الاضواء الشمسية . وليس لنا من قدرة على تصور عدسة معظمة يمكن أن تنم عن الارض لراء في سطح أورانوس او نبتون . ومن قبل أن نصل الى تخوم النظام الشمسي الذي ينتهي عند فلك نبتون ، فانا نكون قد غبنا في جوف اللامهاية ، كما يغيب عنا في جوفها السحيق كثير من الشمس والارضين التي لا يعلم أمرها الا علام الغيوب .

— ٧ —

تدور الارض من حول الشمس باعتبارها السيار الثالث من سياراتها ويقع فلكها بين فلكي الزهرة والمريخ . أما أوسط بعد تقع فيه الارض عن الشمس فيبلغ ٩٢٦٨٠٠٠٠٠٠ ميل . أما في « نقطة الرأس » - Perihelion - أي أقرب نقطة يكون فيها سيار من الشمس — فانها تكون على بعد ٩١٦٣٠٠٠٠٠٠ ميل . ويقع ذلك في يوم ٣١ ديسمبر من كل سنة . كما أنها تقع في « نقطة الذنب » - Aphelion - أبعد نقطة يكون فيها سيار من الشمس — في يوم أول يولييه من كل سنة ، ويكون بعدها اذ ذاك ٩٤٦٣٠٠٠٠٠٠ ميل . وتكمل الارض دورتها حول الشمس في ٣٦٥ يوما و ٥ ساعات و ٤٨ دقيقة و ٤٦ ثانية ، بسرعة ١٨٦٥ ميل في الثانية الواحدة .

لقد احتاج العقل البشرى الى آلاف من السنين ليصل الى معرفة مركز الارض في الكون ، واحتاج لمثلها ليعرف مقدار سعتها وصورتها . واتقد بذل الناس كثيراً من الجهد العقلي قبل أن يعرفوا أنهم إنما تأهل بهم كرة صماء تطير بهم في فضاء اللانهاية . وحتى أواسط القرن الثامن عشر لم يستطع الناس أن يتصوروا كيف يمكن أن يكونوا عائشين فوق كرة عظيمة تدور دائماً على محورها .

ولدينا براهين كثيرة على كروية الارض . فان تقعرها من ناحية ما ، يظهر جلياً خلال سياحة بحرية عندما تظهر في أول الامر صواري السفن وقمم الجبال ورؤوس المنارات البحرية في مدى الافق ، ولا تظهر الاجزاء السفلى الا اذا قربنا من هذه الاشياء تبعاً للانحناء سطح الارض وتقررد . كذلك تظهر صورة



(شكل يبين كروية الارض)

النور الذي ينبعث من المنارة يمثل أفق الراى ، والسفينة في (ا) تكون محجوبة تماماً عن نظره لانها لم تكن قد وقعت تحت النظر تبعاً للانحناء . فاذا رصت الى (ب) ظهرت تماماً ثم تختفى اذا بلغت (ج) تبعاً للانحناء أيضاً .

الارض على سطح القمر عند حدوث الخسوف اذ تلقى عليه بظلمها ، كرة تامة . ناهيك بالسياحة حول الارض والخروج من نقطة منها ثم العودة اليها سيراً في خط يتجه في ناحية واحدة دائماً . وماذا نذهب بعيداً فالشمس تراها كرة والقمر كرة وكذلك بقية السيارات والنجوم ، فلماذا تشذ الارض عن القاعدة ؟

استطاع كثير من الامم أن يعرفوا مقدار حجم الارض . على وجه التقريب الدقيق . اما أول من عرفنا انه قاس حجم الارض في التاريخ فكان

« إراتوستينيس » - Eratosthenes - الاسكندري في القرن الثالث قبل الميلاد، فقال بان محيط كرة الارض يبلغ ٢٨٦٨٣٣ ميلا . وقاسها العرب في زمن المأمون بن هرون الرشيد إذ أمر فخرج جماعة من العلماء الى بركة سنجار وعلى رأسهم سناد بن علي وقاسوا درجة الهاجرة فكان محيط الارض على مقاسهم ٢٥٦٦٠٠ ميل تقريباً . ويكفي لتعرف محيط الارض أن تقيس مسافة الى الشمال وأخرى الى الجنوب اذا استطعنا أن نحدد مقدار ما تقيسه بالنسبة إلى المجموع . فاذا عرفنا مثلاً ان المسافة التي قسناها تبلغ $\frac{1}{10}$ من مقدار محيط الارض وكانت هذه المسافة ٢٥٠ ميلاً مثلاً، فيكون محيط الارض ٢٥٠٠٠ . ولقد كشف أحد الرياضيين الفرنسيين ، مسيو « فرنل » - Fernel -

طريقة جديدة لمقاس محيط الارض بان ذهب من باريس الى مدينة أمينز وهي المسافة التي اختارها للقياس ، وعد عدد دورات عجلة العربة التي دارتها على طول السباحة ، وقاس بعد ذلك اتساع محيط العجلة فكانت النتيجة أن محيط الارض يبلغ ٢٤٦٨٨١ ميلاً ، فكان الرقم صحيحاً تبعاً لصحة القاعدة التي اتخذها وسيلة للقياس .

أما العلم الحديث فله وسائل غير هذه أشد ضبطاً وأكثراً دقة . فان العلماء اليوم يتبعون قواعد حساب المثلثات - Trigonometries - وكان أول من اتبع هذه القواعد العالم الفرنسي « بيكار » - Picard - الذي قاس محيط الارض سنة ١٦٦٩ فكان عنده ٢٤٦٨٧٨ ميلاً . وفي سنة ١٧٣٥ أرسلت الحكومة الفرنسية بعثة لتقيس محيط الارض الى بلاد لابلانديرو ثم شفعتها ببعثتين أخريين سنة ١٧٩٢ وسنة ١٨٠٨ أما البعثة الانجليزية فظلت عاكفة على عملها هذا خمس سنوات ولم تتمه الا سنة ١٨٥٤ . وفي ذلك الوقت عينه كانت بعثة أخرى تزاوّل هذا العمل في جزائر الهند الشرقية ، بينما كان الفلكي « ستروف » - Strove - عاكفاً على هذا العمل في بلاد روسيا واسوج وزوج من سنة ١٨١٦ الى سنة ١٨٥٠ ، أما الارض التي قاسها البعث الاخير فقد كانت شاسعة مترامية الاطراف تبلغ $\frac{1}{10}$ من مجموع محيط الكرة

الأرضية ، من هامر فست في شمال بلاد نرويج ، الى البحر الاسود . اما
البحاث « بيسيل » - Bessel . فقد كان ميدانها في شرق بلاد روسيا من
سنة ١٨٣١ الى ١٨٣٤ وبجهدته تمت مساحة الارض ، وقد انترنت بنتائج
البحاث « جمعية المساحة الدولية » International Geodetic Association



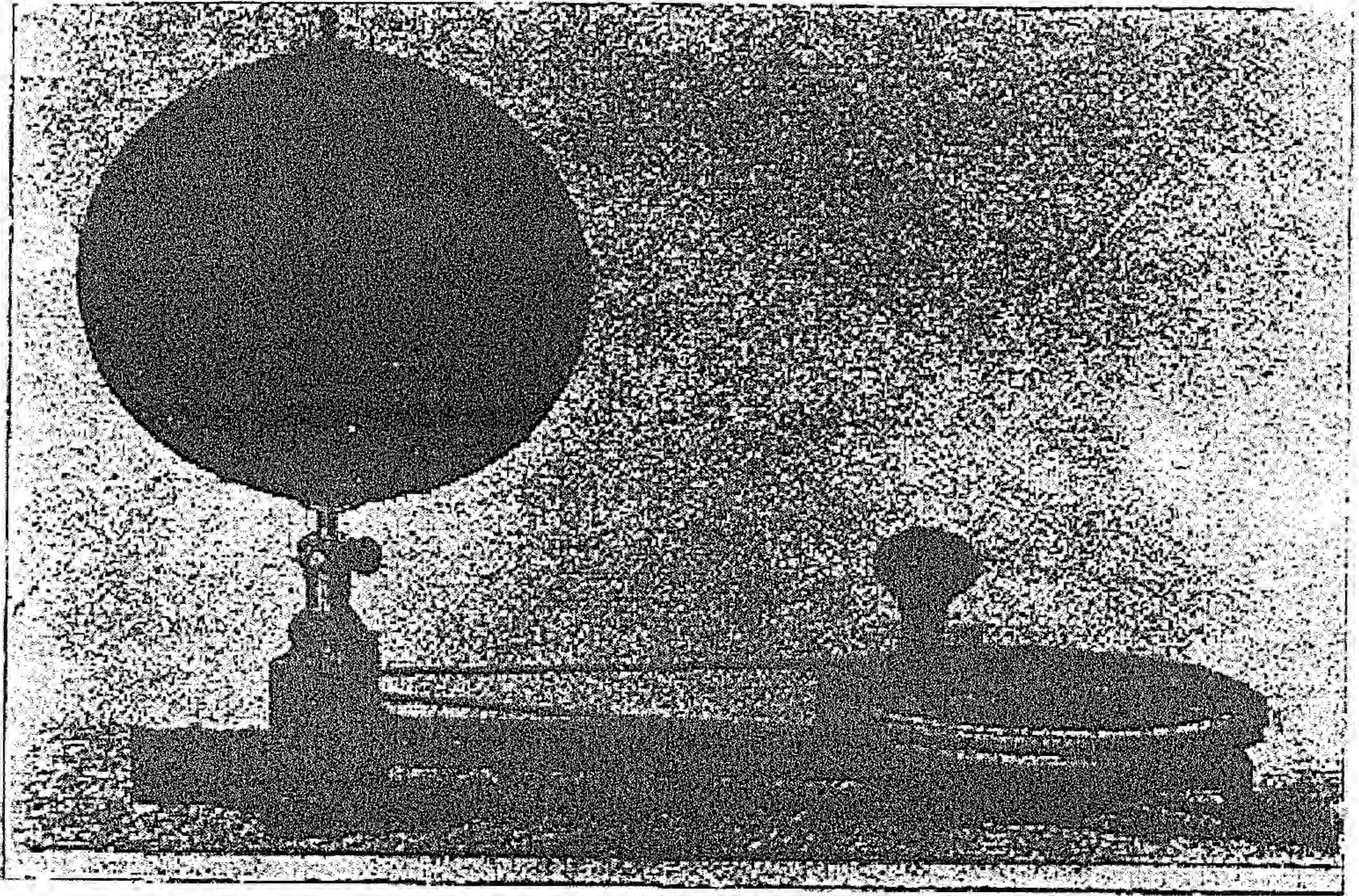
وكانت نتيجة
أعماله التي
أسسها على عشر
مساحات مختلفة
أن قطر الارض
يبلغ ٧٩٢٦٠٦
ميلا عند خط
الاستواء وان
محيطها يبلغ
٢٤٦٩٠٣ ميلا.

فردريك وليم بيسيل

— ١٠ —

وقد دلت هذه الابحاث على ان الارض ليست كرة تامة الصورة
لأن المقاسات الميلية المختلفة قد أظهرت أن الارض تنقص مقدار درجة في
جزء من محيطها باعتبار مقاسات خطوط الطول . واتضح بهذا ان الارض
أقل انحناء في الاقطار الشمالية منها عند خط الاستواء . فربذلك تكون
مسطحة قليلا عند القطبين . ووجد أن محيطها من القطب الى القطب يبلغ
٧٨٩٩٦٦ أميال اي أقل من محيطها الاستوائى بما يوازي ٢٧ ميلا .

إذا أخذت كرة من الصلصال وادرتها حول محورها دورات سريعة متوالية، فإنها تأخذ شكل الأرض سريعاً إذ تنبسط لدي القطبين وتنبعج لدى خط الاستواء، أي من الوسط، وبذلك يرجع شكلها الكروي التام إلى شكل شبيه بالكرة ولكنها ليست كرة كاملة.



(كرة من الصلصال تدور حول محورها وفيها التسطح والانبعاج)
إن المادة تحاول دائماً أن تبتعد عن مركز الدورة. ولهذا أخذت الأرض شكلها المنبعج من الوسط عندما كانت مادتها في حالة من الذوبان تسبح لها بذلك. إذن فالأرض ليست كرة تامة الشكل، بل هي شبيهة بالكرة، أي بيضية مستديرة.

على أن كثيراً من السيارات ترى على مثل هذه الصورة. ويمكن أن نلاحظ هذه الظاهرة بيّنة في المشتري. أما نظارياً فنقول بأنها ظاهرة تلازم كل الكرات التي تدور من حول محورها. أما الانبعاج الأرضي بالنسبة لحجمها فقليل. على أننا ندعو الأرض كرة لأن تسطح قطبيها وانبعاج وسطها بالنسبة لحجمها لا يكاد يذكر.

لم يقنع العلماء بمقاس حجم الارض بل عرفوا مقدار ثقلها . وعلى الرغم مما في هذا القول من الغرابة فان ثقل الارض قد عرف كما لو كنت قد وضعتها على ميزان ووازنتها بما يوازنها ثقلاً .

وكيف يمكن أن نعرف مقدار ثقل شيء من غير أن نزنه ؟ علي ان هذا يكون أمراً سهلاً اذا عرفنا مقدار الحجم أولاً أو كما يقولون السعة التكعيبية وعرفنا مقدار النقل النوعى Density ثانياً .

لنفرض ان لدينا كتلة كبيرة من الجرانيت نريد أن نعرف مقدار وزنها . فاذا كانت عشرة أقدام طولاً وعرضاً وارتفاعاً اي ١٠ في ١٠ في ١٠ فان سعتها التكعيبية تبلغ ١٠٠٠ قدم مكعب . فاذا عرفنا ان كل قدم مكعب من الجرانيت يزن ١٦٢ ليبرة ، على حسب وحدة المقاييس المتداولة - Avoir - dupois عرفنا أن وزنها يبلغ ١٦٢٠٠٠ ليبرة أو ٧٢ طناً ونصف .

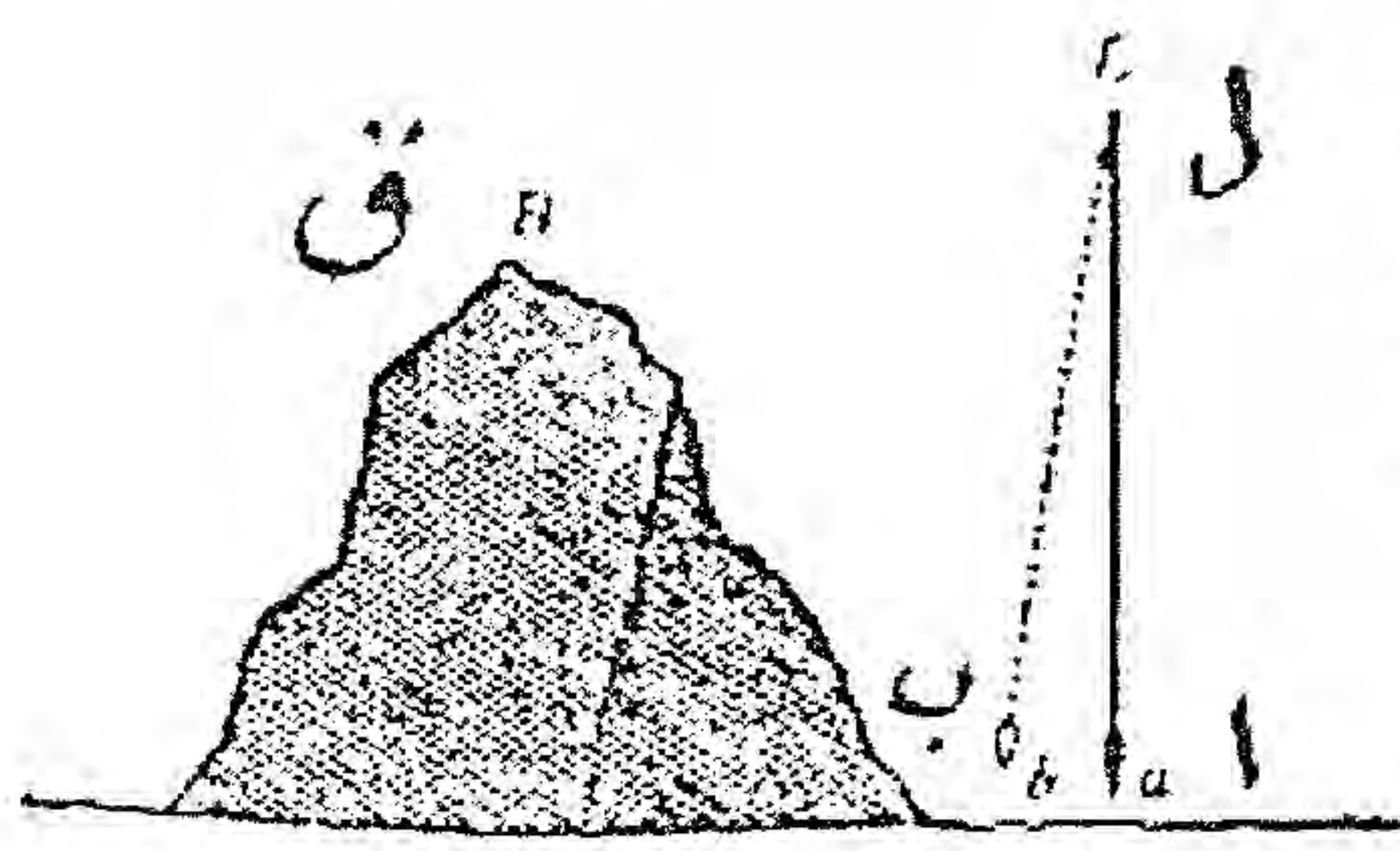
من غير أن نلمس هذه الكتلة الجرانيتية استطعنا أن نعرف مقدار وزنها . اذن نعود الى الارض . عرفنا ان محيط الارض الاستوائى يبلغ ٧٩٢٦٦٦ ميلاً وان محيطها ٢٤٦٩٠٣ ميلاً وان مقدار سعتها بالرقم التقريبي ٢٥٩٦٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ ميلاً مكعباً . فاذا كانت الارض مكونة من حديد صرف أو من حجارة غرانيتية ، كان من مستطاعنا أن نعرف مقدار وزنها بسهولة تامة . غير ان الارض لا تتكون من مادة واحدة متجانسة ، بل من مواد كثيرة ، من معادن واحجار ، وجزء كبير من الماء . ومعرفتنا بالمواد التى يتضمنها جوف الارض اقل من معرفتنا بالمواد التى هى في ظاهر سطحها . أما اكثر المناجم غوراً في سطح الارض فليست الا بمثابة خدوش بسيطة في قشرتها . فكيف يمكننا ان نعرف مقدار وزن الارض من هذه المواد المختلفة التى لا يمكننا أن نعرف مقدار كل منها ؟ اذن يجب علينا ان نعود الى طريقة أخرى .

نعرف ان كل المواد يجب ان تعود هابطة الى الارض تبعاً لقوة الجاذبية التي ترساها علي المواد المحيطة بها والتي فوق سطحها . وهذه القوة الجاذبة ليست من خصائص الارض وحدها ، بل تختص بها الشمس والقمر والسيارات وكل الاجرام السماوية . والحقيقة ان كل الاشياء المادية فيها جزء من قوة الجذب مناسب لمقدار حجمها ، سواء اكان ذلك الشيء جبلاً او تلاً او بيتاً او قطعة من الحجر او قهلاً نخط به علي الورق . وكلما كان الجرم اكبر حجماً او اكثر نقلاً كانت جاذبيته اكبر علي الكائنات المحيطة به . فاذا قذفت بحجر من سطح بيت وهوى الى الارض ، فالواقع ان البناء يجذبه اليه ، ولكن لما كانت جاذبية الارض اكبر ، استقوت علي جاذبية البيت وجذبت الحجر اليها دونه . فاذا تخيلنا البيت طائراً في الفضاء بعيداً عن الارض بعيداً كفاً فان الحجر اذا قذف يقع علي البيت ولا يخرج عن طوق جاذبيته . ولكن يكون مربوطه ببطء كبير مقيساً بمقدار جاذبية البيت بالنسبة الى جاذبية الارض . وعلى هذا يترتب اني اذا عثرت علي جسم يحتوي علي مقدار من قوة الجذب اقل الف ضعف من جاذبية الارض فاني احكم بانه جرم لا بد من أن يكون اقل من جرم الارض ، بعد ان اعتبر مقدار المسافة التي تفصل بينهما ، اما الكرات فتجذب الاجرام كما لو كانت كميتها قد تراكزت في مراكزها ، في حين ان جاذبيتها تقل بنسبة مربع البعد عن الجرم المجذوب . اذا عرفنا هذا استطعنا ان نعرف من طريقه كيف يمكن ان وزن الارض وتقف علي مقدار كتلتها . فاذا استطعنا ان نعرف مقدار قوة الجذب التي تكون في كتلة كبيرة ودي تجذب جرمها صغيراً ، وكما تكون مقدار جاذبية الارض عليها فانا نعرف بذلك مقدار ثقل الارض . فاذا فرضنا ان ثقل الكتلة الصخرية يبلغ ٥٠ طناً ، واذا كان جذبها للجرم الصغير يعادل ١٠٠٠،٠٠٠،٠٠٠ ضعف أقل من جذب الارض له ، اذن يترتب علي هذا أن تحوي الارض من الجاذبية مقدار ١٠٠٠،٠٠٠،٠٠٠ ضعف من الجاذبية

أزيد ما تحوى الكتلة الصخرية ، مضروباً في مربع البعد بين مركز الأرض ومركز الكتلة نفسها .

على أنه من الصعب أن تقارن بين جاذبية أى جرم أرضى وبين جاذبية الأرض نفسها ، لأن أكبر جبالها العظيمة لا يظهر إلا كحبة من الرمل الكبيرة فى الصحراء بالنسبة إلى حجمها العظيم . غير أن هذه المقاسات قد كررت مرات عديدة واستعملت فى سبيلها أدق الآلات .

فى سنة ١٧٧٥ استخدم العالمان البريطانىان « هاتون » و « ماسكاين » قوة الجذب التى يرساها جبل « شيهاليون » فى ايقوسيا ليقيسا مقدار ثقل الأرض بقياس قوة جذبها لقطعة الرصاص التى تكون فى طرف « الشاغول » وهو جبل فى طرفه قطعة من الرصاص يزن به البناءون استقامة الحوائط . فإذا هبط « الشاغول » فى الحالات العادية من ارتفاع ما فإنه يهبط فى خط مستقيم تماماً مشيراً بطرفه الرصاصى المدبب إلى مركز الأرض . أما الطريقة التى استخدمها هاتون وزميله فقد أثبتت أن الجبل قد جذب طرف « الشاغول » إلى ناحيته قليلاً بحيث لم يجعل حبله فى خط رأسى تماماً . وفى الشكل المقابل



جذب الجبل للشاغول .

لهذا الكلام تجد أن (ب) تمثل قمة الجبل و (ل) جبل « الشاغول » . فإذا كان الجبل ليس له جاذبية بقى الجبل مدلى فى خط رأسى فى اتجاه (ل ا) . أما إذا وقع تحت تأثير جذب الجبل فإنه يميل إلى خط (ل ب)

وقيس مقدار الفرق أى المسافة التى تفصل بين (ا) وبين (ب) وقيس مقدار حجم الجبل وكان من الممكن قياسها - فكانت نتيجة هذا البحث أن عرف ثقل الأرض النوعى بأنه يبلغ ٧ رء ومعنى هذا أن الأرض يجب أن تكون ٧ رء مرات أثقل من كرة فى حجمها من الماء .

غير أن الأبحاث التى أجراها هذان العالمان لم تكن من الضبط بمقدار ما تتطلب الأبحاث العلمية الحديثة . لهذا استخدمت فى العصر الحديث وسائل

ليمكنهم أن يدركوا كرة تسبح في الفضاء من غير محور حديدي على الأقل

— ١٥ —

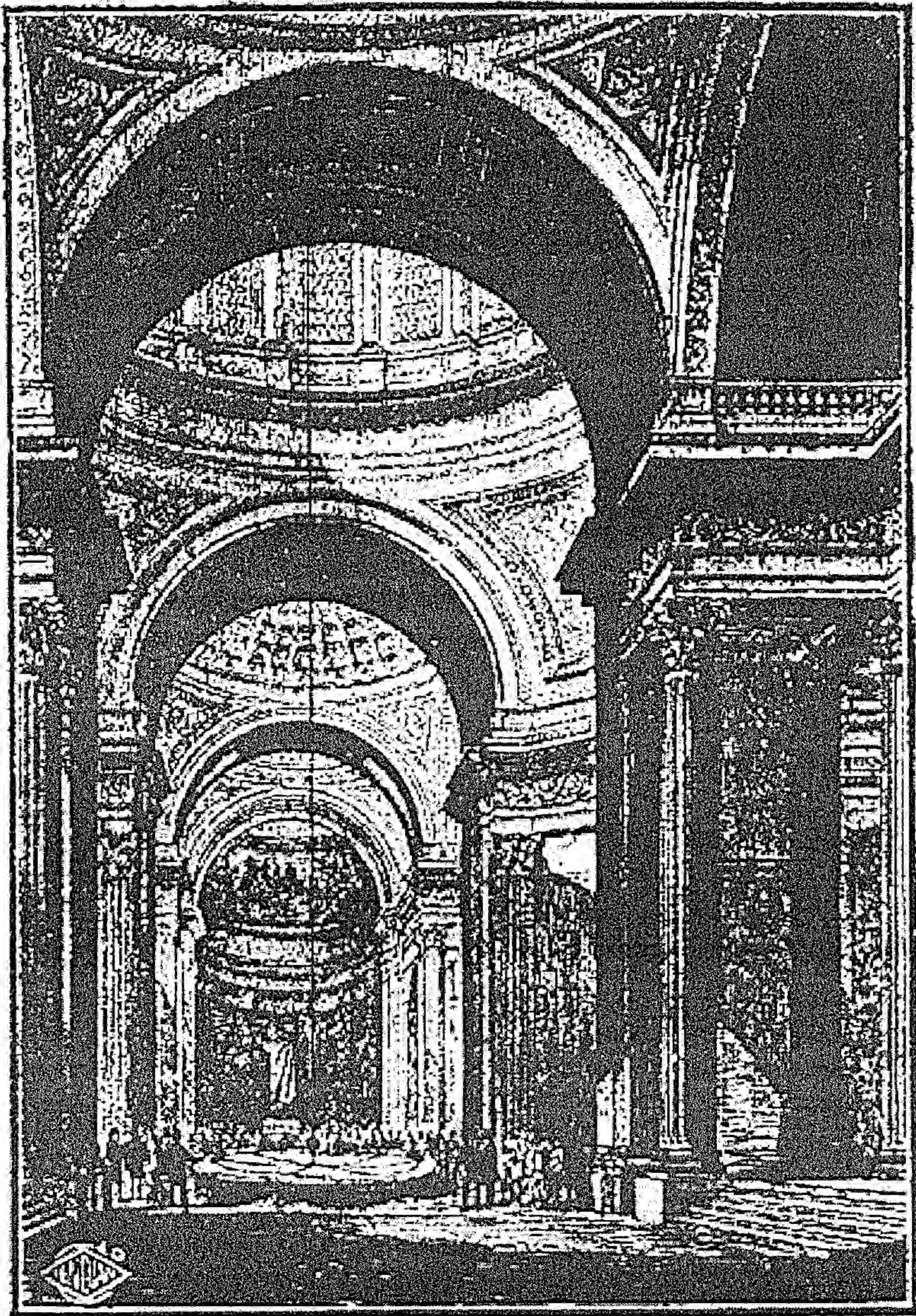
وكذلك نجد الحال في دورة الأرض حول محورها . فان كثيرين لا يستطيعون أن يتصوروا أنها تدور . غير ان لدينا كثيراً من البراهين العملية التي تثبت دورتها هذه . بل نستطيع بتجربة « فوكول » أن نراها تدور رأى العين .

« ليون فوكول » عالم فرنسوى أثبت بواسطة الرقاص دورة الأرض . والرقاص عبارة عن قطعة ثقيلة من المادة معلقة في خيط طويل . فاذا عُلقت رقاصاً وجعلته يأخذ حركة من الشمال الى الجنوب فانه يستمر متخذاً هذا الاتجاه في حركته على الدوام أي من الشمال الى الجنوب . ولكن لما كانت الأرض تدور حول محورها ، ظهرت الأرض التي تكون تحت حركة الرقاص كأنها تمر من تحته ، ويلوح كأنه يغير اتجاهه ويختلف عنه رويداً رويداً . وكما ابتعدنا عن القطب قلت حركة تغير اتجاه الرقاص شيئاً فشيئاً حتى اذا بلغنا خط الاستواء فنيت هذه الحركة كلية .

في سنة ١٨٥١ جرب « فوكول » تجربته هذه بان علق رقاصاً في قبة « البانتيون » ببائيس . وقد صنعه من حبل طويل من المعدن وعلق في طرفه كرة من الحديد ثقلها ٥٥٥ ليبرة . ووضع تحت الرقاص « مزولة » مقسمة حتى يستبين الراؤون حركة الرقاص جلية واضحة . على أن رقاصاً كبيراً كهذا يحتاج الى ثمانى ثوان ليم اهتزازة من اهتزازاته .

واجتمع من حول هذا الرقاص عدد من العلماء وغيرهم من محبي الاطلاع . وأخذ الرقاص حركته ، فلم تنض بضع ثوان حتى أخذ الرقاص يميل في حركته نحو الغرب بعيداً عن الاتجاه الذي حرك فيه أولاً ، مثبثاً ان الأرض تدور من حول محورها من الغرب الى الشرق . وكان « فوكول » قد عين على المزولة النقطة التي سوف يبلغ اليها الرقاص في حركته بعدمضى زمن ما على مقتضى نظرية دوران الأرض من الغرب الى

الشرق ، بل عين الزمن الذى سيبلغ فيه الرقاص هذه النقطة ، فلم يخطئ



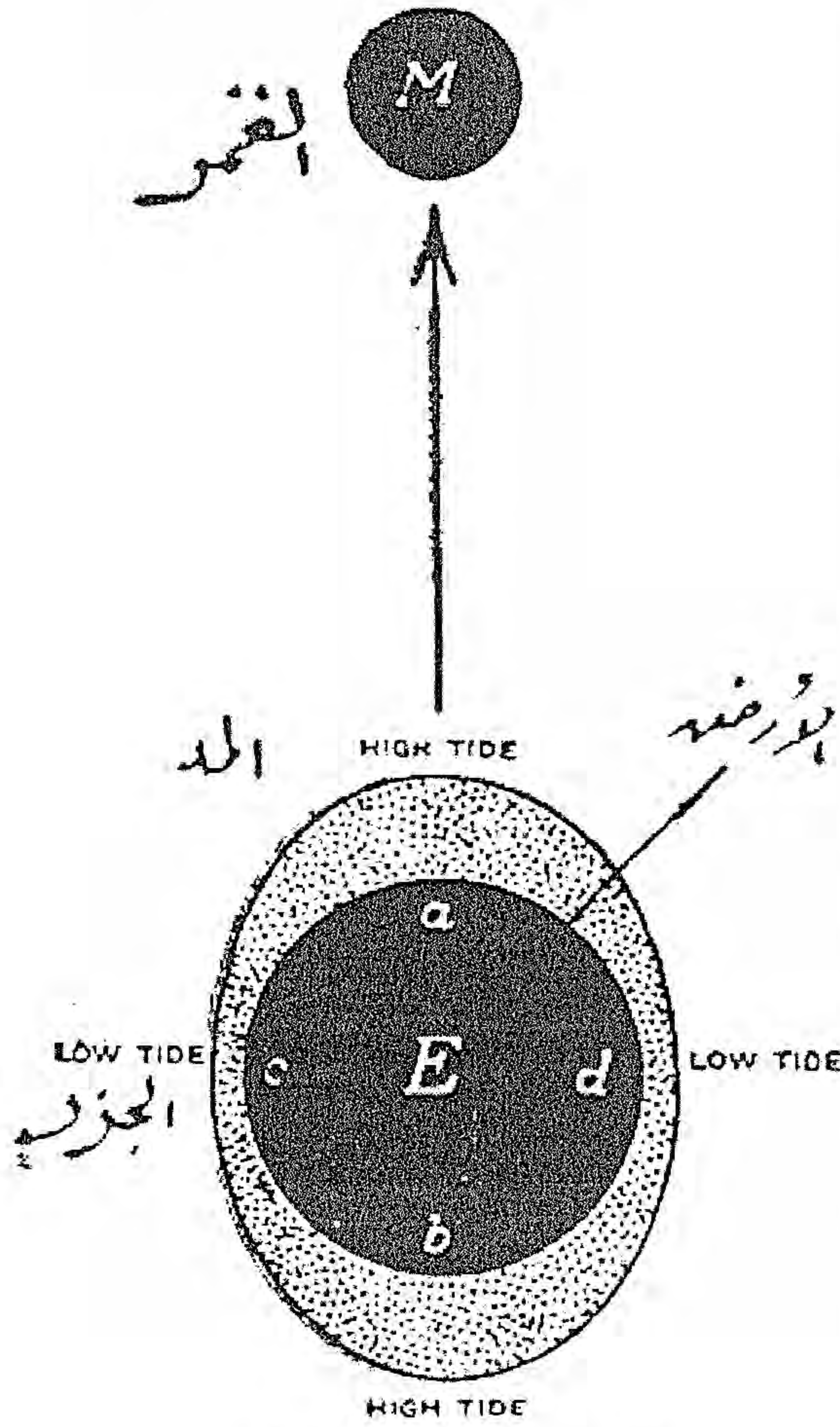
رقاص فوكول وتجربته فى قبة البانتيون بباريس

نظره قيد أعلة ، لا من ناحية تعيين النقطة ولا من ناحية تعيين الوقت . ولقد تكررت هذه التجربة مرات عديدة ، حتى لم يبق للذين يشكون فى حركة الارض حول محورها أقل شك يمكن أن يبدوه فى حقيقة حركتها هذه.

— ١٦ —

لو أردنا أن نمضى فى بحث كامل للسيار الارضى إذن وجب علينا أن نبين عن الاوقات وعند ميل المحور على الفلك وغير ذلك من الاشياء العميقة التى لا تعنى القارىء . لهذا نختم البحث بكلام فى المد والجزر لان لهذه الظاهرة أثر كبير فى الحياة اليومية

يلاحظ الملاحون والذين يعيشون على الشواطئ البحرية أن ماء البحر ترتفع وينخفض عن مستواه كل يوم . وكثيراً ما تسترعى هذه الظاهرة انتباه



الذين يغشون الشواطئ البحرية .
أما السبب في هذا فهو فعل الشمس والقمر ، والقمر يلي الاخص ، في المياه التي على سطح الارض

لنفرض أن الارض هي الدائرة السوداء التي في وسط الشكل والقمر هو الدائرة السوداء التي في أعلاه . ومن أجل أن تقرب المسألة للاذهان نفرض أن كرة الارض محاطة من جميع اطرافها بالماء . والقمر بطبيعة انه جرم له قوة جاذبة يرساها الى الارض يجذب اليه جرمها فلا يطاوعه في جذب هذا الماء لسيولته دون موادها الجامدة .

كيف يحدث المد والمجزر

ولما كان مركز الارض اذ تكون على الوضع الذي تراه في الشكل اقرب الى القمر في الشمال من ناحيتها التي تكون في الجنوب ، فان الجذب عليه من القمر يكون أشد ، وبذلك ترتفع المياه من الناحية المقابلة أيضا . كما هي الحال في وسادة هشة من الريش تضغطها من الوسط . وبذلك يحدث المد في الناحية المقابلة للقمر وفي الناحية التي تقابلها في نصف الكرة الاخرى . وبذلك تنحسر المياه قليلا من الوسط ويكون الجزر . هذه هي الكرة السماوية التي نعيش فوقها وهذا وصف تقريبي لها . وهذا بعض ما عرف من امرها . اما ما عرف من خصائصها فكثير . وأما ما لم

يعرف بعد - فذلك ما نعتقد ان الكشف عنه يحتاج الى الاف من السنين يكبد
 فيها العقل البشرى وينصب ليصل الى الحقائق الغامضة في طبيعة
 الوجود .



القمر في تمامه