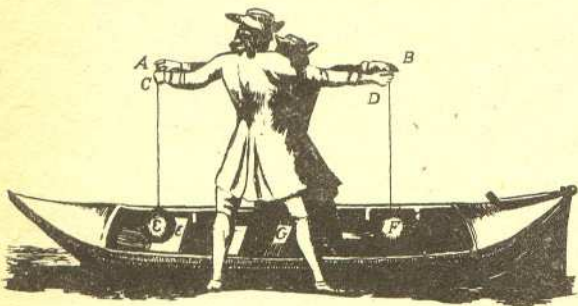


W 1668 r. Towarzystwo Królewskie w Londynie ogłosiło konkurs na najlepsze opracowanie dotyczące teorii zderzeń. Praca przedstawiona przez Christiana Huygensa zdystansowała pozostałe (dwie) nadesłane na konkurs. Huygens oparł swe rozważania na trzech zasadach: zasadzie inercji, zasadzie mówiącej, że sprężyste ciała o równych masach i równych ale przeciwnie skierowanych prędkościach przy zderzeniu wymieniają się prędkościami oraz zasadzie względności Galileusza. Oto jak autor dowodzi pierwszego twierdzenia swojej teorii:

„Jeśli w ciało spoczywające uderza drugie takie samo, to po zderzeniu to drugie ciało spoczywa, a spoczywające u z y s k u j e tę samą prędkość, jaką posiadało uderzające.



Wyobraźmy sobie, że łódź płynie potokiem wzdłuż brzegu i to tak blisko brzegu, że stojący w niej pasażer może wyciągnąć ręce do stojącego na brzegu towarzysza. Płynący trzyma w rękach *A* i *B* dwa równe, podwieszane na niciach ciała *E* i *F*, punkt *G* dzieli odległość *EF* między nimi na połowę. Takim samym ruchem obu rąk względem siebie i łódki doprowadza on do zderzenia kul *E* i *F* z równymi prędkościami. Po zderzeniu powinny one (na mocy przyjętej zasady) odskoczyć z jednakowymi prędkościami. Jednakże łódź, jak sobie wyobrażamy, unoszona jest w lewą stronę z prędkością *GE* tj. taką samą z jaką ręka *A* porusza się w prawo. Dlatego oczywistym jest, że ręka *A* dla towarzysza na brzegu pozostanie nieruchoma, a ręka *B*, z jego punktu widzenia, będzie się poruszała z prędkością *FE* równą podwójnej prędkości *GE* i *FG*.

Dlatego, jeśli wyobrażymy sobie, że towarzysz na brzegu chwytą swoją ręką *C* rękę płynącego *A*, a drugą ręką *D* rękę płynącego *B*, to jasnym jest, że podczas gdy pasażer zbliża kule *E* i *F* z równymi prędkościami (względem siebie i łodzi), towarzysz na ziemi uderza spoczywającą kulę *E* kulą *F*, poruszającą się z prędkością *FE*. Ponieważ, jak powiedzieliśmy, kule *E* i *F* po zetknięciu odskakują z równymi prędkościami względem pasażera i łodzi, a mianowicie kula *E* z prędkością *GE* a kula *F* z prędkością *GF*, to okazuje się, że względem brzegu i nieruchomego towarzysza kula *F* po zderzeniu będzie nieruchoma, a druga kula poruszać się będzie z podwójną prędkością *GE*...”

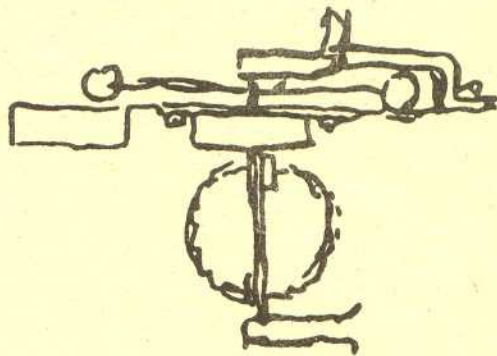
Na podobnej drodze dochodzi Huygens do jednego z najważniejszych wyników swojej teorii — zasady zachowania żywej siły, czyli energii kinetycznej. Dzisiaj także często stosujemy oparty na zasadzie względności sposób uproszczenia, czy nawet rozwiązania, zagadnienia, analizując zjawisko w odpowiednio wybranym inercyjnym układzie współrzędnych.

Do najdonioślejszych osiągnięć mechaniki XVII wieku zaliczyć należy niewątpliwie wahadło i jego odmianę — balans. Znalazły one zastosowanie w zegarach mechanicznych, których początki datuje się na przełom XIII i XIV wieku. Wynalazek regulatora wahadłowego przyczynił się do powstania całej rodziny czasomierzy, kontynuowanej do dziś w postaci wielkich i zminiaturyzowanych zegarów kwarcowych i atomowych. Rolę wahadła spełniają w nich ściśle okresowo drgające układy elektryczne.

Prawa ruchu wahadłowego sformułował około roku 1580 Galileusz, ale dopiero w r. 1636 rozpoczął realizację — bez większego powodzenia — pomysłu skonstruowania zegara. Za właściwego wynalazcę zegara wahadłowego uważa się dopiero Huygensa (1629—1695), który w 1657 roku skonstruował pierwszy model opatentowany na nazwisko swego współpracownika Costera. Dziełem Huygensa jest również balans ze spiralą (1675), który umożliwił budowę zegarów przenośnych. Był to „cud techniki” w porównaniu z wcześniejszymi zegarkami z regulatorem kolebnikowym, tylko w przybliżeniu realizującym ruchy periodyczne. Huygens był dumny ze swego wynalazku, którego nie omieszkął opatentować licząc także i na korzyści finansowe. W zgłoszeniu patentowym usiłował zasadę działania balansu ukryć w postaci anagramu:

4 1 3 5 3 7 3 1 2 3 4 3 2 3 2
a b c e f i l m n o r s t u x

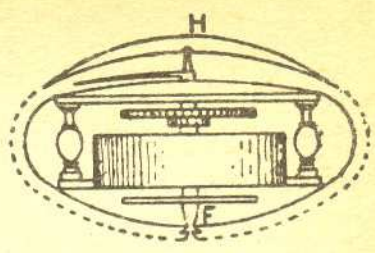
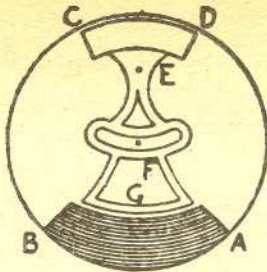
Ten sposób podawania do publicznej wiadomości nowych wynalazków był wówczas rozpowszechniony. Należało tak manipulować cyframi i literami, aby odczytać ukrytą treść, która brzmiała: „*Axis circuli mobilis affixus in centro volutae ferreae*” — tzn. „oś ruchomego koła jest przymocowana do środka żelaznej spirali” (łac.).



Szkic balansu ze sprężyną z pracy Huygensa zamieszczonej w „Philosophical Transactions of the Royal Society” — pierwszym czasopiśmie naukowym.

Huygens postępował ostrożnie, gdyż miał kilku konkurentów, którzy różnymi drogami dążyli do zdobycia palmy pierwszeństwa. Byli nimi między innymi zegarmistrz, który na zlecenie Huygensa wykonał pierwszy model spirali, oraz znany fizyk angielski Robert Hooke, który prowadził nawet oszczerczą kampanię przeciw Huygensowi oskarżając go wprost o plagiat. Do konkurentów Huygensa można by również zaliczyć dwóch uczonych z Polski: Heweliusza i Kochańskiego. Gdańszczanin Jan Heweliusz (1611—1687) już na kilka lat przed Huygensem (1649), wzorując się na modelu Galileusza czynił pierwsze próby z wahadłem przy pomiarze czasu podczas zaćmienia Słońca, po czym wykonał kilka zegarów wahadłowych dla swego obserwatorium w Gdańsku. Choć spodziewanej dokładności nie udało mu się uzyskać (wkrótce zastąpił je zegarem zakupionym u Huygensa), jeden z nich ofiarował królowi Janowi Kazimierzowi, podczas którejś z wizyt w gdańskim obserwatorium.

Adam Adamandy Kochański (1631–1700), ksiądz-jezuita, nadworny bibliotekarz króla Jana Sobieskiego, tajniki sztuki zegarmistrzowskiej zdobył w czasie studiów u Kaspra Schotta w Würzburgu. Jak wynika z jego i Schotta publikacji, skonstruował on w 1659 r. zegarek małego formatu z balansem i spiralą, oscylującymi w polu magnesu stałego. Na pomysł ten naprowadziły go doświadczenia z igłą magnetyczną, której ruchy w polu magnetycznym odpowiadają ruchom wahadła w polu grawitacyjnym. Szczegóły tej konstrukcji nie są dokładnie znane, a zasadę działania podał Kochański w anagramie, którego rozwiązanie brzmi: „*Per magnetis tractionem*” (pod działaniem magnesu).



Ludwik ZAJDLER

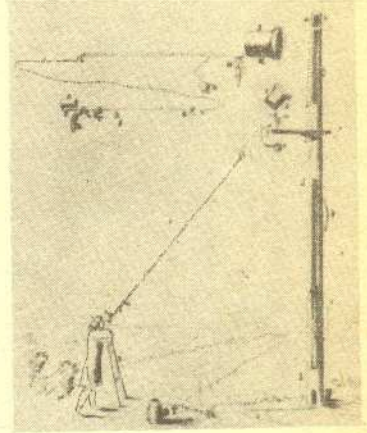
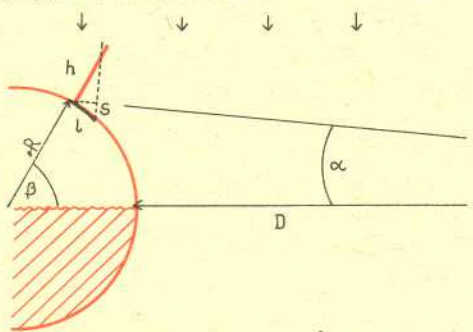
Mechanizm zegarka Kochońskiego widziany z tyłu i z boku.

Luneta Galileusza

Pierwsze spojrzenie w niebo przez lunetę jest dla każdego dużym przeżyciem. Stokroć silniej musiał jednak odczuć to Galileusz. On pierwszy zobaczył plamy na Słońcu i Jowisza w otoczeniu księżyców. Droga Mleczna oglądana przez lunetę rozsypała się w miliony gwiazd.

Galileusz obserwował też góry na Księżycu i próbował wyznaczyć ich wysokość mierząc długość rzucanego przez nie cienia.

Jest to najprostsze wtedy, gdy Księżyc jest w I lub III kwadrze.



- D — odległość Księżyca od Ziemi ≈ 380000 km
- R — promień Księżyca ≈ 1750 km
- h — wysokość góry
- l — długość cienia (rzeczywista)
- S — długość cienia widziana z Ziemi

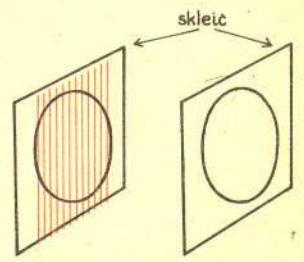
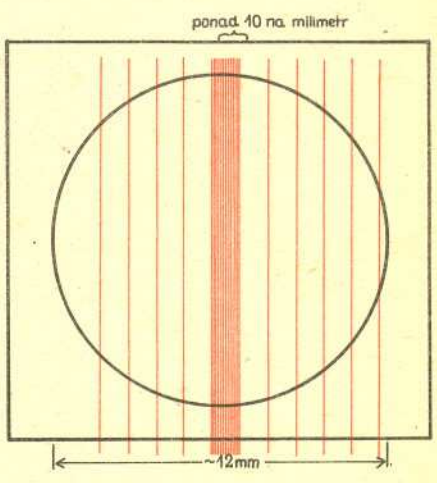
Rysunek przedstawia właśnie taką sytuację. Wprost z niego otrzymujemy $h = l \tan \beta$, $\sin \beta = \frac{\alpha \cdot D}{R}$, a $l = \frac{D \cdot \gamma}{\cos \beta}$, z czego

wynika
$$h = \frac{D^2 \alpha \gamma}{R \left(1 - \frac{\alpha^2 D^2}{R^2} \right)}$$

Żeby osiągnąć cel wystarczy zmierzyć dwa kąty: α — odległość księżycowej góry od terminatora i γ — długość cienia widzianą z Ziemi. Konieczna jest do tego luneta o około 100-krotnym powiększeniu. Obiektywem takiej lunety musi być soczewka o ogniskowej co najmniej 1 m, a okularum lupka o ogniskowej około 1 cm. Odległość między okularum i obiektywem powinna być regulowana. Ponadto lunetę należy wyposażać w bardzo dokładny kątomierz. W tym celu do płytki z okrągłym otworem trzeba przykleić nitki ze świeżo utkanej pajęczyny.

W centralnej części siateczki na jednym milimetrze powinno być co najmniej 10 nitek w mniej więcej równych odstępach. Na tak wykonaną siatkę należy przykleić drugą płytkę z otworem (dla zabezpieczenia miejsca sklejenia) i całość umieścić w ognisku okularu tak, by siatka była wyraźnie widoczna w czasie obserwacji.

Pozostało jeszcze wyskalowanie kątomierza. W tym celu lunetę trzeba skierować z odległości 500 m na linijkę pomalowaną w paski centymetrowej szerokości. Po zanotowaniu odległości między kolejnymi nitkami można już tak wyskalowany przyrząd skierować na Księżyc.



Andrzej BRANICKI