

mała delta

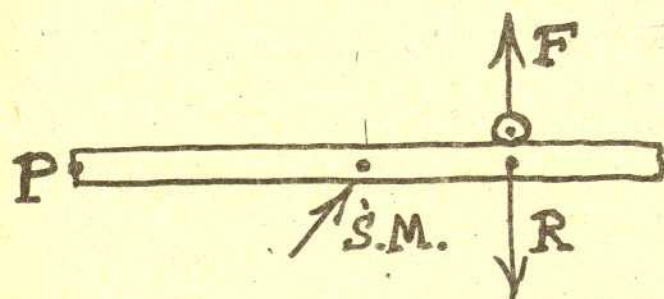
Czy wykonanie młotka wymaga znajomości fizyki?

Jako oczywiste przyjmujemy stwierdzenie, że znajomość fizyki jest niezbędna przy projektowaniu np. mostu przez Cieśninę Messyńską lub reaktora atomowego. Ale przy wykonaniu młotka? Zaczniemy więc od postawienia prostego (i dodatkowo uproszczonego) problemu: którą częścią maczety należy ścinać trzcinę, aby ręka najmniej odczuwała uderzenie? A oto zapowiedziane uproszczenie – maczetę potraktujemy jako wąską, cienką i jednorodną listwę o długości l i masie m , którą trzymamy za jeden z końców w punkcie P .

W chwili uderzenia na maczetę działa siła reakcji R – rysunek 1. Napiszmy równania ruchu maczety pod działaniem tej siły

$$m \cdot a = R, \quad I \cdot \alpha = R \cdot r,$$

gdzie I oznacza moment bezwładności, a – przyspieszenie liniowe, α – przyspieszenie kątowe maczety oraz r – odległość punktu uderzenia od środka masy.



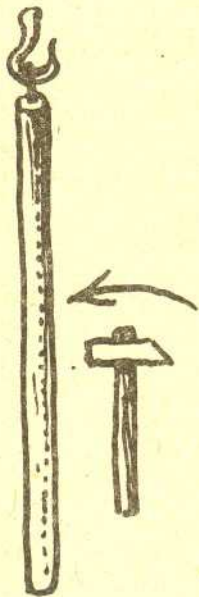
Rys. 1

Liniowe przyspieszenie punktu P , wynikające z obrotu maczety wokół środka masy, jest, oczywiście, $A = \alpha \cdot \frac{l}{2}$. Łatwo zauważymy, że przyspieszenia A i a punktu P mają przeciwne zwroty. A więc ręka nie odczuwa uderzenia, jeśli przyspieszenia A i a będą miały jednakowe wartości. Wykorzystując ten warunek i pamiętając, że $I = \frac{1}{12} m \cdot l^2$ łatwo otrzymamy $r = \frac{l}{6}$. Czyli należy ciąć w miejscu klingi oddalonym o $\frac{2}{3}$ jej długości od rękojeści. To szczególne miejsce (ściślej – punkt) nazywane jest środkiem uderzeń.

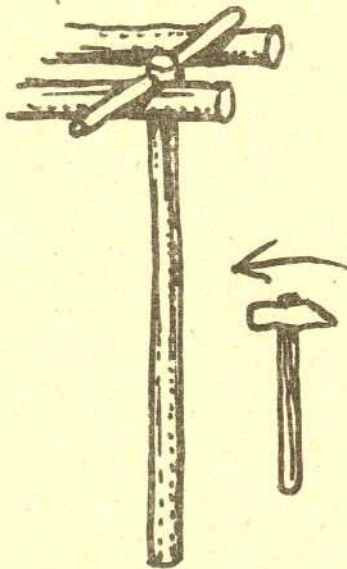




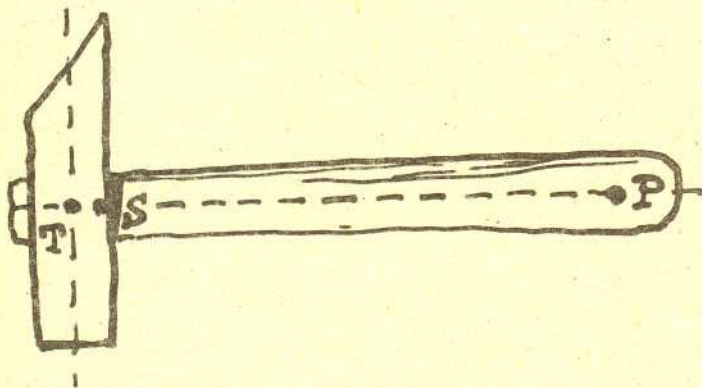
Rys. 2



Rys. 3



Rys. 4



Rys. 5

Czy można nasz wynik sprawdzić doświadczalnie? Oczywiście tak i to na kilka sposobów. Najprostszy to trzymanym w rękę kijem uderzać o jakąkolwiek przeszkodę, np. suchy pień (rys.2). Jeśli punkt uderzeń będzie zbyt blisko ręki, odczujemy reakcję skierowaną w górę, jeśli zbyt daleko – reakcję skierowaną w dół. Gdy uderzenie trafi w środek uderzeń – żadnej reakcji nie odczujemy.

Jeśli chcemy własności środka uderzeń zademonstrować większej liczbie osób, postąpimy nieco inaczej. Pręt od statywu przewiercamy tuż przy końcu, np. wiertłem o średnicy 4 mm. Pręt zawieszamy na cienkiej nitce (rys.3) lub na przetkniętym przez otwór cienkim pręciku (o średnicy 3 mm) wspartym o dwa równoległe pręty statywowe (rys.4). Uderzając np. młotkiem poniżej środka uderzeń uzyskamy poślizg pręcika (osi obrotu) w prawo lub szarpnięcie w tym samym kierunku i zerwanie nici. Przy uderzeniu powyżej środka uderzeń efekty będą odwrotne. Jeśli trafimy dokładnie w środek uderzeń – nitka pozostanie cała (lub ośka nie zmieni położenia), a pręt zacznie spokojnie się wahać.

A co z tym młotkiem? Czyżby miał służyć tylko do uderzenia pręta? Sądzę, że uważny Czytelnik zorientował się dawno, że przytoczone tu obliczenia dla rzeczywistego młotka (a nawet trochę uproszczonego) byłyby bardziej złożone i że prawidłowo wykonany młotek powinien mieć „środek uchwytu” P , środek masy S i środek uderzeń T rozmieszczone tak, jak pokazuje to rysunek 5.

Kołyszający się po uderzeniu pręt to, oczywiście, dobrze nam znane wahadło fizyczne. Nietrudno będzie zauważyć, że znaleziona przez nas odległość środka uderzeń od osi wahadła jest tzw. długością zredukowaną wahadła fizycznego. A więc znaleziony przez nas środek uderzeń pokrywa się ze środkiem wahań! Czy jest to prawda tylko dla jednorodnego pręta, czy również dla dowolnej bryły? Sądzę, że Czytelnik potrafi sam to sprawdzić.

I na koniec jeszcze jedno. W wielu naszych szkolnych zbiorach zadań można spotkać zadanie, w którym należy obliczyć prędkość pocisku grzęznącego w wahadle balistycznym. Czy w przypadku, gdy pocisk nie trafia w środek uderzeń, wolno bez zastrzeżeń stosować prawo zachowania pędu?

Małą Deltę przygotował Juliusz DOMAŃSKI