

nać taśmę tak, jak to wskazują strzałki. Stąd powinien powstać obrót krążka K . Ruch ten powinien zachodzić stale bez zużycia jakiejkolwiek energii zewnętrznej.

Innymi słowy, mamy znów "perpetuum mobile". Czy rzeczywiście tak będzie, a jeśli nie, to dlaczego?

67. ZACHOWANIE SIĘ CIAŁA, ZANURZONEGO W CIECZY.

Niech będzie ciało j e d n o r o d n e objętości V i o ciężarze właściwym γ_c ; niech ciecz ma ciężar właściwy γ . Mamy zatem ciało o ciężarze

$G = \gamma_c V$. Po zanurzeniu ciała w cieczy zaczyna na nie działać wypór $W = \gamma V$

Ponieważ założyliśmy, że ciało jest jednorodne, więc środek ciężkości i środek zanurzenia są w jednym i tym samym punkcie. Ciało, zatem znajduje się w cieczy pod działaniem dwóch sił, do jednego punktu przyłożonych: ciężaru G , skierowanego w dół, i wyporu

W , skierowanego do góry. Tu mogą zajść następujące 3 przypadki:

a/ Jeśli γ_c ciała jest $> \gamma$ cieczy, wtedy ciężar ciała jest większy niż wypór ($G > W$) i ciało zacznie opadać w cieczy, póki nie spadnie na dno naczynia.

J e ż e l i b y można było n i e u w z g l ę d

niać oporu cieczy podczas ruchu ciała, wtedy powiedzielibyśmy, że ruch będzie jednostajnie przyspieszony, a jakie będzie przyspieszenie w tym ruchu?

Ponieważ siła, wywołująca ruch, jest $G - W = V(\rho - \rho')$ zaś masa ciała jest $\frac{V \cdot \rho}{g}$, zatem ciało otrzyma przyspieszenie

$$a = \frac{V(\rho - \rho')}{V \cdot \rho / g} = \frac{(\rho - \rho')g}{\rho} = g\left(1 - \frac{\rho'}{\rho}\right).$$

b/ Jeżeli ρ' ciała jest $= \rho$ cieczy, kiedy zatem ciężar ciała = wyporowi, wtedy ciało zawisa w cieczy w każdym położeniu ciała i będzie to równowaga obojętna.

c/ Jeżeli ρ' ciała jest $< \rho$ cieczy, kiedy więc ciężar ciała G jest $<$ niż wypór W , wtedy ciało zacznie się unosić ruchem jednostajnie przyspieszonym /o ile wolno nie uwzględnić oporu cieczy podczas ruchu ciała/. Przyspieszenie znajdziemy, jak w przypadku pierwszym:

$$a = \frac{V(\rho - \rho')}{V \cdot \rho' / g} = \frac{(\rho - \rho')g}{\rho'} = g\left(\frac{\rho}{\rho'} - 1\right).$$

Ciało będzie się podnosić z tym przyspieszeniem tak długo, póki nie dotknie swobodnej powierzchni.

Z chwilą przebicia swobodnej powierzchni zmniejszy

się ta część ciała, która zostanie jeszcze zanurzona w cieczy, zatem wypór się zmniejszy. Wskutek tego przyspieszenie zacznie maleć i ciało będzie powolnie do góry się unosić.

Unoszenie się ciała będzie tak długo zachodzić, póki nie pozostanie w cieczy taka część objętości V_1 ciała, żeby wypór, stąd powstający, $V_1 \gamma$ wyrównał ciężar ciała $V \gamma_1$, czyli póki nie będzie:

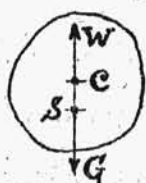
$$V_1 \gamma = V \gamma_1 .$$

od tej chwili ciało zacznie pływać.

Ściśle mówiąc, kiedy obserwować będziemy przypadek, w którym $\gamma_1 < \gamma$, ciało, dzięki t.zw. bezwładności, nie odrazu zatrzyma się w tym czasie, kiedy będzie zanurzona część jego V_1 , lecz wyskoczy wyżej. Następnie, ponieważ w tym momencie wypór będzie mniejszy, niż ciężar ciała, ciało zacznie opadać w cieczy, póki stopniowo zwiększający się wypór nie zatrzyma ciała w spadku; poczem wzrastający wypór zacznie ciało podnosić i t.d. Nastąpi szereg wahanń ciała, które stopniowo będą słabnąć, aż wreszcie, skutkiem oporu, stawianego przez ciecz opadającemu i podnoszącemu się ciału, ciało to się uspokoi i zacznie pływać. Wtedy właściwie dopiero będzie nastąpiło $V_1 \gamma = V \gamma_1$, stąd $V_1 = V \cdot \frac{\gamma_1}{\gamma}$.

Objętość V , nazywamy wypornością pływającego ciała.

68. Niech zanurzone ciało będzie niejednorodne o średnim ciężarze właściwym γ . Środek ciężkości takiego ciała S nie będzie się schodził ze środkiem ciężkości bryły geometrycznej, a więc ze środkiem zanurzenia C . W zachowaniu się danego ciała mogą zachodzić takie przypadki: a/ kiedy średnie γ ciała = γ cieczy. Wtedy ciało ma możliwość zawieszenia w cieczy; jeśli w dodatku punkty C i S ustawiają



się na wspólnym pionie, przytem punkt C wyżej od S , wtedy ciało w każdym miejscu cieczy pozostanie bez ruchu stałe. - Będzie to stan równowagi stałej. b/ Kiedy $\gamma = \gamma$,

rys. 32.

natomiast S , będąc na wspólnym pionie z C , znajduje się ponad C , wtedy ciało zawisa w cieczy i pozostać może w tym stanie tak długo, póki jakakolwiek choćby najmniejsza przyczyna nie wytrąci S z linii pionowej. Wówczas ciało zacznie się obracać, dążąc do uzyskania położenia, w którym S znajdzie się na linii pionowej pod C ; będzie to stan równowagi niestabilnej. c/ Kiedy

$\gamma_i = \gamma$ i punkty C i S nie znajdują się na linii pionowej, nastąpi wówczas obrót ciała i ciało dążyć będzie do uzyskania położenia jak poprzednio. d/ Kiedy $\gamma_i > \gamma$ i punkt C znajduje się na linii pionowej powyżej S , wówczas ciało otrzymuje ruch postępowy w kierunku pionowym w dół z przyspieszeniem takim, jakie otrzymaliśmy w art./67/. e/ Kiedy $\gamma_i > \gamma$ i punkt C znajduje się na linii pionowej poniżej

S , wówczas nastąpi spadanie ciała; skutkiem zaś powstania nieuniknionych sił bocznych podczas spadania ciało zacznie się obracać. Otrzymamy ruch złożony, który zakończy się ruchem postępowym, podobnym do poprzedniego. f/ Kiedy $\gamma_i < \gamma$ i punkt C będzie ponad S - rozpocznie się ruch postępowy pionowo ku górze; g/ Kiedy $\gamma_i < \gamma$ i punkt C będzie poniżej S - wówczas zajdzie jednocześnie: obrót ciała, które dążyć będzie do takiego położenia, aby C znalazło się ponad S oraz ruch postępowy ku górze.

W ostatnich dwóch przypadkach ruch ciała ustanie wtedy, kiedy część jego wynurzy się z wody, zaś w wodzie pozostanie taka objętość ciała V_i , aby

$$V_i \gamma = V \gamma_i.$$