

dek ciężkości bryły, której objętość oznaczyliśmy przez  $V_u$ .

W innych przypadkach postąpimy w taki sam sposób, jak to zrobiliśmy w art. 57.

### 63. DZIAŁANIE CIECZY NA CIAŁO, W NIEJ ZANURZONE.

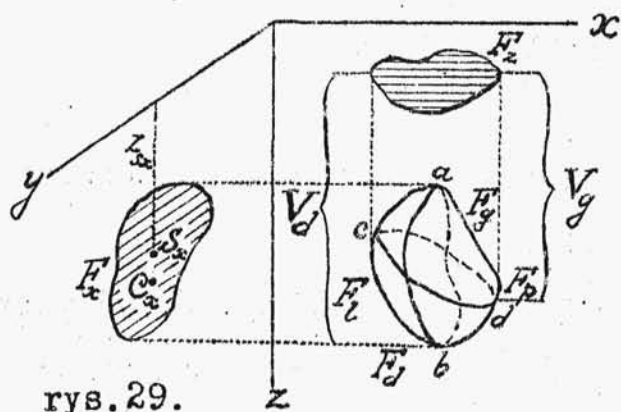
Niech będzie jakiekolwiek ciało, całkowicie zanurzone w cieczy ciężkiej. Obierzmy osi spółrzędnych, jak zwykle osi  $x, y$  w płaszczyźnie poziomej na swobodnej powierzchni, oś  $z$  pionowo w dół.

Zbadajmy działanie cieczy na ciało w którymkolwiek kierunku poziomym /naprz. w kierunku osi  $x$  /, W tym celu owińmy nasze ciało powierzchnią cylindryczną o tworzącej równoległej do osi  $x$  tak, aby powierzchnia cylindryczna była stale styczna do powierzchni ciała. Wtedy punkty styczności na powierzchni ciała utworzą krzywą zamkniętą  $ab$ , która powierzchnię ciała podzieli na dwie części: prawą  $F_p$  i lewą  $F_z$ . Wspomniana owijająca powierzchnia cylindryczna wytnie na płaszczyźnie  $yz$  pole  $F_x$ , które może być uważane jako rzut, zarówno  $F_p$ , jak i  $F_z$ .

Parcie cieczy na powierzchnię  $F_p$ , w kierunku  $x$ , zgodnie z tem, co mówiliśmy w art. 59, otrzy

mamy:

$$P_{px} = -(F_x p_a + \gamma F_x \cdot z_{sx}) ,$$



rys.29.

gdzie  $z_{sx}$  jest odległością środka ciężkości pola  $F_x$  od swobodnej powierzchni.

Parcie  $P_{px}$

przejdzie przez punkt  $C_x$ , którego położenie w polu  $F_x$  zależy tylko od kształtu  $F_x$  i od położenia tego pola względem osi  $y$  i  $z$ . Parcie  $P_{px}$  działa w kierunku ujemnym  $x$ .

Parcie cieczy na powierzchnię  $F_z$  w kierunku  $x$ , podobnie, jak poprzednio, otrzymamy:

$$P_{lx} = F_x p_a + \gamma F_x \cdot z_{sx}$$

Parcie to działa w kierunku dodatnich  $x$  i przechodzi przez punkt  $C_x$  ten sam, co i parcie  $P_{px}$ .

Biorąc pod uwagę jednocześnie działanie  $P_{px}$  i  $P_{lx}$  zauważymy, że te parcia są sobie równe, mają loty przeciwne i przechodzą przez ten sam punkt, mają wspólną linię działania, a więc znoszą się.

Stąd wnioskujemy, że wypadkowe parcie cieczy

w kierunku poziomym na ciało zanurzone równa się zeru. To znaczy, że ciało zanurzone w cieczy nie dozna żadnego ruchu w kierunku poziomym pod jej działaniem. Ciało będzie tylko ściskane.

64. Poznajmy teraz działanie cieczy na ciało zanurzone w kierunku pionowym.

W tym celu owińmy ciało powierzchnią cylindryczną o tworzącej równoległej do osi  $Z$ , poprowadzonej stycznie do powierzchni ciała. Punkty styczności niech utworzą krzywą zamkniętą  $cd$ , która dzieli powierzchnię ciała  $F'$  na dwie części: górną  $F'_g$  i dolną  $F'_d$ . Jednocześnie wspomniana powierzchnia cylindryczna na płaszczyźnie  $xy$  wytnie pole  $F'_z$ , które możemy uważać, jako rzut  $F'_g$  lub  $F'_d$ .

Znajdźmy działanie cieczy w kierunku osi  $Z$  na górną powierzchnię  $F'_g$ . Zgodnie z art. 61

$$P_{gz} = p_a \cdot F'_z + \gamma \cdot V_g,$$

gdzie  $V_g$  jest to objętość opierającej się na powierzchni  $F'_g$  bryły, otoczonej z boków powierzchnią cylindryczną; bryła sięga swobodnej powierzchni cieczy. Parcie to przechodzi przez środek ciężkości bryły  $V_g$  i skierowane jest w dół.

Znajdźmy teraz działanie cieczy w kierunku osi  $Z$

na dolną powierzchnię  $F'_d$ . W podobny do poprzedniego sposób znajdziemy:

$$P_{dz} = -(p_a F'_z + \gamma \cdot V_d),$$

gdzie  $V_d$  jest objętością bryły, która się opiera na powierzchni  $F'_d$ , jest otoczona z boków powierzchnią cylindryczną i sięga swobodnej powierzchni.

Parcie  $P_{dz}$  przechodzi przez środek ciężkości bryły  $V_d$  i skierowane jest ku górze. Dlatego też postawiony jest znak  $-$  przed wartością parcia  $P_{dz}$ .

Wypadkowe parcie na ciało w kierunku pionowym otrzymamy:

$$P_z = P_{gz} + P_{dz} = p_a F'_z + \gamma V_g - p_a F'_z - \gamma V_d$$

albo

$$P_z = \gamma (V_g - V_d).$$

Z rysunku łatwo dostrzeżemy, że  $V_d$  jest zawsze większe, niż  $V_g$ , przyczem różnica między  $V_d$  i  $V_g$  jest równa dokładnie objętości  $V$  zanurzonego ciała.

Zatem napiszemy, że

$$P_z = -\gamma V \dots \dots \dots /32/$$

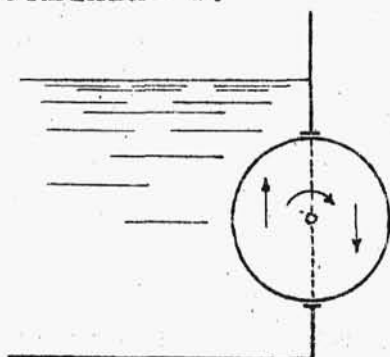
Stąd wnioskujemy, że wypadkowe parcie w kierunku pionowym jest zwrócone ku górze i równa się ciężarowi cieczy, zawartej

w o b j ę t o ś c i z a n u r z o n e g o  
c i a ł a . P a r c i e t o n a z y w a m y w y p ó r e m . W y -  
p ó r p r z e c h o d z i p r z e z ś r o d e k c i ęż k o ś c i z a n u r z o n e j c z ę -  
ś c i c i a ł a , w y p e ł n i o n e j j e d n o r o d n ą m a s ą . P u n k t t e n  
n a z y w a m y ś r o d k i e m z a n u r z e n i a .

Twierdzenie powyższe jest treścią Z a s a d y  
A r c h i m e d e s a . /287-212 przed Chr./.

65. Parę przykładów wyjaśni lepiej treść zasady  
Archimedes'a.

#### PRZYKŁAD 9.



rys.30.

Niech będzie naczynie,  
w którego ścianie piono-  
wej jest wykonany otwór  
prostokątny. W otwór ten  
wprawiony jest dokładnie  
cylinder, mogący się obra-  
cać bez żadnego tarcia  
około osi poziomej. Naczy-

nie napełnione jest do pewnej wysokości naprz. wodą.  
Pół cylindra jest stale w wodzie, druga połowa w po-  
wietrzu. Zdawałoby się, że prawa połowa, będąc cięż-  
szą, niż lewa /na którą działa wypór/ powinna dążyć  
do podniesienia się, skutkiem czego powinien nastąpić  
obróć cylindra około osi poziomej. Obrót ten powinien