

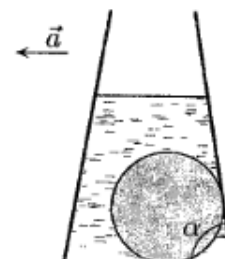
## Горизонтальная сила Архимеда

Если сосуд движется с ускорением, направленным горизонтально, то возникает «горизонтальная сила Архимеда», обусловленная этим ускорением.

**ЗАДАЧА 1.** (МФТИ, 2002) Стекланный шар объёмом  $V$  и плотностью  $\rho$  находится в сосуде с водой (см. рисунок). Угол между стенкой сосуда и горизонтальным дном равен  $\alpha$ . Внутренняя поверхность сосуда гладкая. Плотность воды  $\rho_0$ . Найти силу давления шара на дно в двух случаях:

- 1) сосуд неподвижен;
- 2) сосуд движется с постоянным горизонтальным ускорением  $a$ .

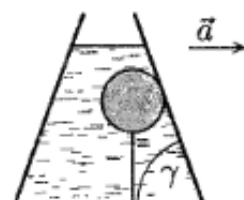
$$(g \sin \alpha + a) \rho_0 V (\rho_0 - \rho) = F \quad (g \sin \alpha (\rho_0 - \rho) = 0 \text{ при } a = 0)$$



**ЗАДАЧА 2.** (МФТИ, 2002) Пробковый шар объёмом  $V$  привязан ко дну конического сосуда так, что нить вертикальна, а шар касается гладкой стенки сосуда (см. рисунок). Угол между горизонтальным дном и стенкой сосуда равен  $\gamma$ . Плотности воды и пробки равны  $\rho$  и  $\rho_1$  соответственно. Найти силу натяжения нити в двух случаях:

- 1) сосуд неподвижен;
- 2) сосуд движется с постоянным горизонтальным ускорением  $a$ .

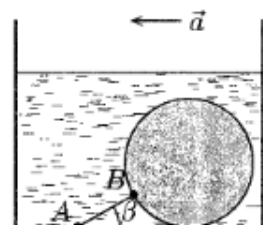
$$(g \sin \gamma - a) \rho_1 V (\rho - \rho_1) = T \quad (g \sin \gamma (\rho - \rho_1) = 0 \text{ при } a = 0)$$



**ЗАДАЧА 3.** (МФТИ, 2002) В сосуде с водой находится алюминиевый шар объёмом  $V$ , прикрепленный ко дну сосуда нитью  $AB$  (см. рисунок). Дно сосуда горизонтальное и гладкое. Плотности алюминия и воды равны  $\rho$  и  $\rho_0$  соответственно. Найти силу давления шара на дно сосуда в двух случаях:

- 1) сосуд неподвижен;
- 2) сосуд движется с постоянным горизонтальным ускорением  $a$ , и нить составляет с дном угол  $\beta$ .

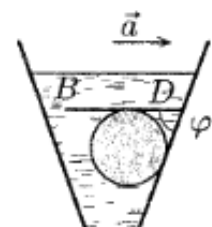
$$(g \sin \beta + a) \rho_0 V (\rho_0 - \rho) = F \quad (g \sin \beta (\rho_0 - \rho) = 0 \text{ при } a = 0)$$



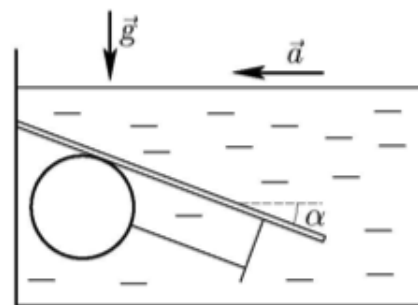
**ЗАДАЧА 4.** (МФТИ, 2002) В коническом сосуде с водой находится деревянный шар объёмом  $V$ , удерживаемый от всплытия горизонтальной полкой  $BD$ , прикрепленной к стенке сосуда (см. рисунок). Поверхности полки и стенки гладкие. Угол между полкой и стенкой сосуда равен  $\varphi$ . Плотности воды и дерева равны  $\rho$  и  $\rho_1$  соответственно. Найти силу давления шара на полку в двух случаях:

- 1) сосуд неподвижен;
- 2) сосуд движется с постоянным горизонтальным ускорением  $a$ .

$$(g \sin \varphi + a) \rho_1 V (\rho - \rho_1) = F \quad (g \sin \varphi (\rho - \rho_1) = 0 \text{ при } a = 0)$$



ЗАДАЧА 5. («Физтех», 2015, 10) В сосуде с водой закреплена полка, наклонённая к горизонту под углом  $\alpha$  ( $\sin \alpha = 3/5$ ). Деревянный шар опирается на гладкую поверхность полки и удерживается с помощью нити, натянутой под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рисунок). Объём шара  $V$ , плотность воды  $\rho$ , плотность дерева  $3\rho/5$ .



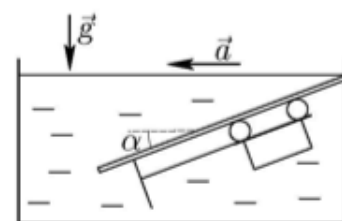
1) Найдите силу натяжения нити при неподвижном сосуде.

2) Найдите силу натяжения нити при движении сосуда с горизонтальным ускорением  $a = g/4$ .

В обоих случаях шар находится полностью в воде.

$$\Lambda 6 d \frac{3\rho}{8} = \tau_L \quad (\tau : \Lambda 6 d \frac{3\rho}{9} = \tau_L \quad \Gamma)$$

ЗАДАЧА 6. («Физтех», 2015, 10) В сосуде с водой закреплена полка, наклонённая к горизонту под углом  $\alpha$  ( $\sin \alpha = 3/5$ ). На поверхности полки удерживается тележка с закреплённым на ней деревянным бруском с помощью нити, натянутой под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рисунок). Объём бруска  $V$ , плотность воды  $\rho$ , плотность дерева  $0,7\rho$ .



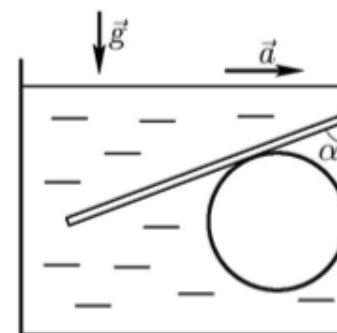
1) Найдите силу натяжения нити при неподвижном сосуде.

2) Найдите силу натяжения нити при движении сосуда с горизонтальным ускорением  $a = g/6$ .

В обоих случаях брусок находится полностью в воде. Объёмами и массами тележки и колёс и трением в их осях пренебречь.

$$\Lambda 6 d \frac{0,7\rho}{2} = \tau_L \quad (\tau : \Lambda 6 d \frac{0,7\rho}{6} = \tau_L \quad \Gamma)$$

ЗАДАЧА 7. («Физтех», 2015, 10) В сосуде с водой закреплена полка, наклонённая к вертикальной стенке сосуда под углом  $\alpha$  ( $\operatorname{tg} \alpha = 3$ ). Поверхности полки и стенок сосуда гладкие. Пробковый шар опирается на полку (см. рисунок). Объём шара  $V$ , плотность воды  $\rho$ , плотность пробки  $\rho/5$ .



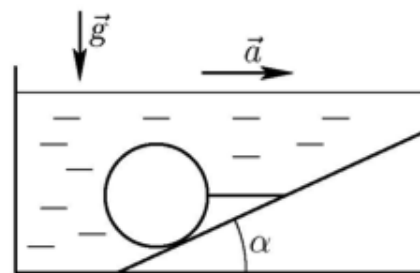
1) Найдите силу давления шара на стенку при неподвижном сосуде.

2) Найдите силу давления шара на стенку при движении сосуда с горизонтальным ускорением  $a = g/6$ .

В обоих случаях шар находится полностью в воде.

$$\Lambda 6 d \frac{\rho}{6} = \tau_L \quad (\tau : \Lambda 6 d \frac{\rho \Gamma}{\Gamma} = \tau_L \quad \Gamma)$$

ЗАДАЧА 8. («Физтех», 2015, 11) В сосуде с водой закреплён клин. На гладкой поверхности клина, наклонённой к горизонту под углом  $\alpha$  ( $\operatorname{tg} \alpha = 1/4$ ), удерживается стеклянный шар с помощью горизонтально натянутой нити (см. рисунок). Объём шара  $V$ , плотность воды  $\rho$ , плотность стекла  $3\rho$ .



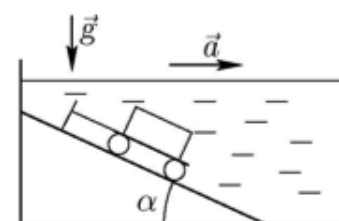
1) Найдите силу натяжения нити при неподвижном сосуде.

2) Найдите силу натяжения нити при движении сосуда с горизонтальным ускорением  $a = g/8$ .

В обоих случаях шар находится полностью в воде.

$$\Delta \delta d \frac{\gamma}{\xi} = \tau_L \quad (\tau : \Delta \delta d \frac{\gamma}{\xi} = \tau_L \quad \Gamma)$$

ЗАДАЧА 9. («Физтех», 2015, 11) В сосуде с водой закреплён клин. На гладкой поверхности клина, наклонённой к горизонту под углом  $\alpha$  ( $\sin \alpha = 3/5$ ), удерживается тележка с закреплённым на ней эбонитовым бруском с помощью нити, натянутой под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рисунок). Объём бруска  $V$ , плотность воды  $\rho$ , плотность эбонита  $1,2\rho$ .



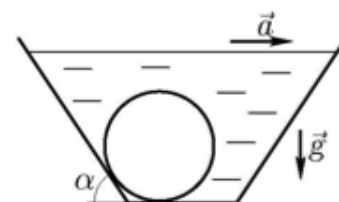
1) Найдите силу натяжения нити при неподвижном сосуде.

2) Найдите силу натяжения нити при движении сосуда с горизонтальным ускорением  $a = g/12$ .

В обоих случаях брусок находится полностью в воде. Объёмом тележки, колёс и трением в их осях пренебречь.

$$\Delta \delta d \frac{\gamma}{\xi} = \tau_L \quad (\tau : \Delta \delta d \frac{\gamma}{\xi} = \tau_L \quad \Gamma)$$

ЗАДАЧА 10. («Физтех», 2015, 11) В сосуде с водой находится стеклянный шар. Стенки и дно сосуда гладкие. Дно горизонтальное, левая стенка наклонена под углом  $\alpha = 45^\circ$  к горизонту (см. рисунок). Объём бруска  $V$ , плотность воды  $\rho$ , плотность шара  $3\rho$ .



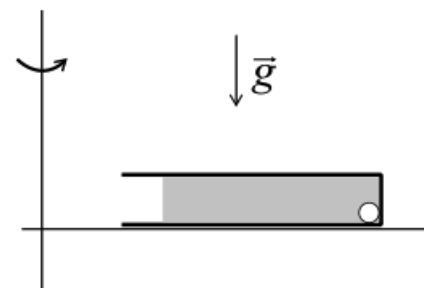
1) Найдите силу давления шара на дно при неподвижном сосуде.

2) Найдите силу давления шара на дно при движении сосуда с горизонтальным ускорением  $a = g/4$ .

В обоих случаях шар находится полностью в воде.

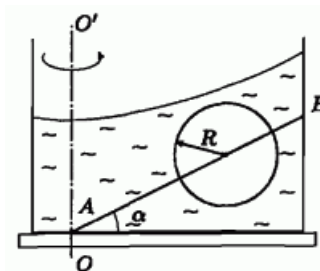
$$\Delta \delta d \frac{\gamma}{\xi} = \tau_L \quad (\tau : \Delta \delta d \frac{\gamma}{\xi} = \tau_L \quad \Gamma)$$

ЗАДАЧА 11. («Физтех», 2017, 10) Ротор ультрацентрифуги вращается вокруг вертикальной оси с частотой  $n = 5 \cdot 10^4$  об/мин. На роторе закреплена небольшая пробирка с водой (см. рис.). Ось пробирки горизонтальна, направлена по радиусу ротора, дно пробирки вертикально и находится на расстоянии  $L = 10$  см от оси вращения. В пробирке у дна находится шарик объёмом  $V = 0,1$  см<sup>3</sup> и массой  $m = 0,25$  г. С какой силой шарик действует на дно пробирки? Плотность воды  $\rho = 1$  г/см<sup>3</sup>.



$$N \approx \tau_L (u \tau z) (\Delta d - u) = F$$

ЗАДАЧА 12. (Всеросс., 2003, финал, 9) На горизонтальной платформе стоит сосуд с водой. В сосуде закреплён тонкий стержень  $AB$ , наклонённый к горизонту под углом  $\alpha$  (рис.). Шар радиусом  $R$  может скользить без трения вдоль стержня, проходящего через его центр. Плотность шара  $\rho_0$ , плотность воды  $\rho$  ( $\rho_0 < \rho$ ). При вращении системы с постоянной угловой скоростью вокруг вертикальной оси  $OO'$ , проходящей через нижний конец  $A$  стержня, центр шара устанавливается на расстоянии  $l$  от этого конца.



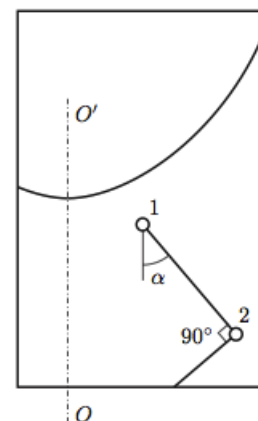
- 1) С какой силой шар действует на стержень?
- 2) Найдите угловую скорость вращения платформы.
- 3) При какой минимальной угловой скорости вращения шар «утонет» и окажется на дне сосуда?

Воды достаточно, так что шар всегда полностью погружён в воду.

$$N = \frac{\rho_0 V g}{\cos \alpha} \left( 1 - \frac{\rho_0 \sin^2 \alpha}{\rho} \right) = N \quad (1)$$

ЗАДАЧА 13. (Всеросс., 2011, финал, 10) Деревянный и металлический шарики связаны нитью и прикреплены другой нитью ко дну сосуда с водой. Сосуд вращается с постоянной угловой скоростью вокруг вертикальной оси  $OO'$  (рис.).

В результате шарики, оставаясь полностью в воде, расположились так, как показано на рисунке. Деревянный шарик (1) находится от оси вращения на расстоянии втрое меньшем, чем металлический (2). Верхняя нить составляет угол  $\alpha$  ( $\sin \alpha = 4/5$ ) с вертикалью. Угол между нитями равен  $90^\circ$ . Размеры шариков малы по сравнению с их расстояниями до оси вращения.



- 1) Под каким углом к вертикали направлена сила Архимеда, действующая на деревянный шарик? Дайте объяснение.
- 2) Найдите отношение сил натяжения верхней и нижней нитей.

$$N_1 = \frac{1}{3} N_2 \quad (1)$$