

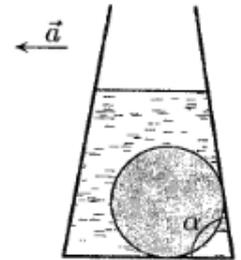
Горизонтальная сила Архимеда

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 ρ находится в сосуде с водой (см. рисунок). Угол между стенкой сосуда и горизонтальным дном равен α . Внутренняя поверхность сосуда гладкая. Плотность воды ρ_0 . Найти силу давления шара на дно в двух случаях:

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

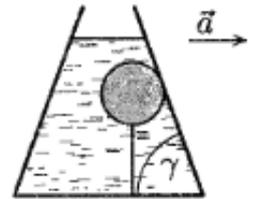
$$(g \sin \alpha + a) \rho_0 V (\rho_0 - \rho) = F \quad (g \sin \alpha + a) \rho_0 V (\rho_0 - \rho) = 0 \quad (1)$$



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 γ . Плотности воды и пробки равны ρ и ρ_1 соответственно. Найти силу натяжения нити в двух случаях:

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

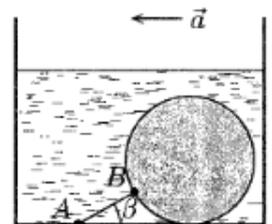
$$(g \sin \gamma - a) \rho_1 V (\rho - \rho_1) = F \quad (g \sin \gamma - a) \rho_1 V (\rho - \rho_1) = 0 \quad (1)$$



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 ρ и ρ_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 β .

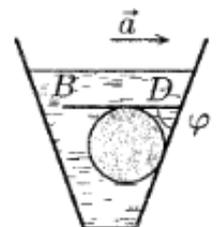
$$(g \sin \beta + a) \rho_0 V (\rho - \rho_0) = F \quad (g \sin \beta + a) \rho_0 V (\rho - \rho_0) = 0 \quad (1)$$



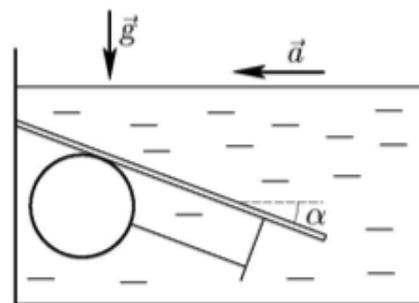
ЗАДАЧА 4. (МФТИ, 2002) В коническом сосуде с водой находится деревянный шар объёмом V , удерживаемый от всплытия горизонтальной полкой BD , прикрепленной к стенке сосуда (см. рисунок). Поверхности полки и стенки гладкие. Угол между полкой и стенкой сосуда равен φ . Плотности воды и дерева равны ρ и ρ_1 соответственно. Найти силу давления шара на полку в двух случаях:

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

$$(g \sin \varphi + a) \rho_1 V (\rho - \rho_1) = F \quad (g \sin \varphi + a) \rho_1 V (\rho - \rho_1) = 0 \quad (1)$$



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



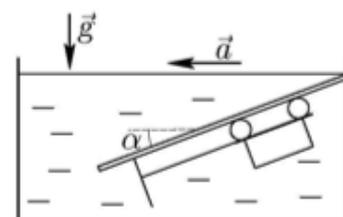
1) Найдите силу натяжения нити при неподвижном сосуде.

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

В обоих случаях шар находится полностью в воде.

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

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



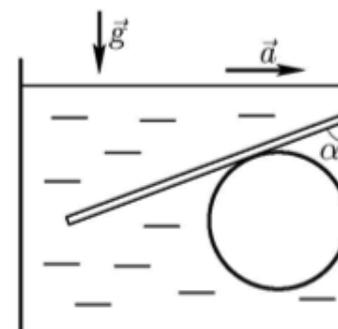
1) Найдите силу натяжения нити при неподвижном сосуде.

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.

$$\Lambda 6 d \frac{9\tau}{2} = \tau_L \quad (\tau : \Lambda 6 d \frac{9\tau}{6} = \tau_L \quad \Gamma)$$

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



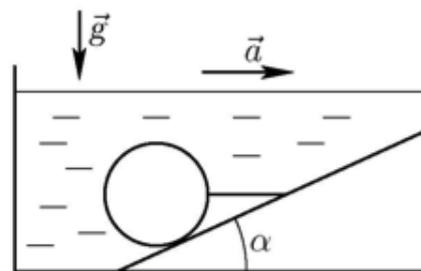
1) Найдите силу давления шара на стенку при неподвижном сосуде.

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

В обоих случаях шар находится полностью в воде.

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

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



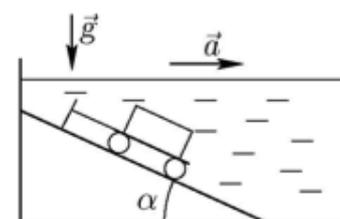
1) Найдите силу натяжения нити при неподвижном сосуде.

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

В обоих случаях шар находится полностью в воде.

$$\Delta b d \frac{z}{\xi} = z_L (z : \Delta b d \frac{z}{\xi} = \tau_L (I$$

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



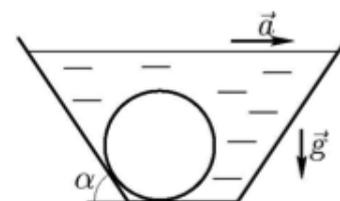
1) Найдите силу натяжения нити при неподвижном сосуде.

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.

$$\Delta b d \frac{z}{\xi} = z_L (z : \Delta b d \frac{z}{\xi} = \tau_L (I$$

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 ρ , плотность шара 3ρ .



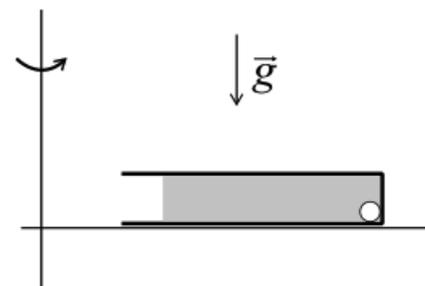
1) Найдите силу давления шара на дно при неподвижном сосуде.

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

В обоих случаях шар находится полностью в воде.

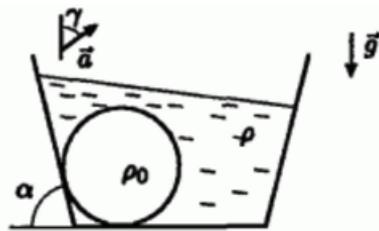
$$\Delta b d \frac{z}{\xi} = z_L (z : \Delta b d \frac{z}{\xi} = \tau_L (I$$

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 $V = 0,1$ см³ и массой $m = 0,25$ г. С какой силой шарик действует на дно пробирки? Плотность воды $\rho = 1$ г/см³.



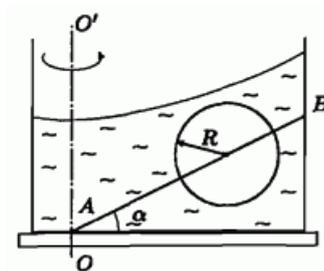
$$H 00\tau \approx \tau_L (u\tau z) (\Delta d - u) = F$$

ЗАДАЧА 12. (Всеросс., 2003, ОЭ, 11) Стекланный шар объёмом V и плотностью ρ_0 находится в сосуде с водой, плотность которой ρ (рис.). Воды достаточно много, так что шар полностью погружён в неё. Острый угол между стенкой конического сосуда и горизонтом составляет α . Внутренняя поверхность сосуда гладкая. Сосуд движется с постоянным ускорением a , направленным под острым углом γ к вертикали. Найдите силы давления шара на дно и стенку сосуда. При каком соотношении между параметрами задачи $V, \rho_0, \rho, \alpha, \gamma$ шар не будет отрываться от дна при любых значениях ускорения $a > 0$?



$$v > l \text{ или } : \frac{v \sin \alpha}{l \sin \alpha \Lambda (d - 0d)} = \tau_N \text{ ' (} \rho \text{ } \rho_0 \text{ } l \text{ } \sin \alpha \text{ } v - l \text{ } \cos \alpha \text{ } v + b) \Lambda (d - 0d) = \tau_N$$

ЗАДАЧА 13. (Всеросс., 2003, финал, 9) На горизонтальной платформе стоит сосуд с водой. В сосуде закреплён тонкий стержень AB , наклонённый к горизонту под углом α (рис.). Шар радиусом R может скользить без трения вдоль стержня, проходящего через его центр. Плотность шара ρ_0 , плотность воды ρ ($\rho_0 < \rho$). 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.



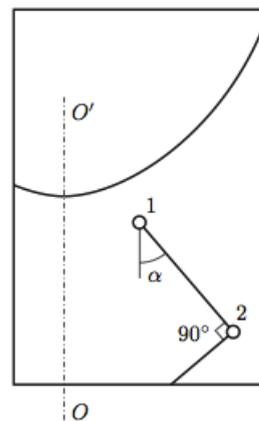
- 1) С какой силой шар действует на стержень?
- 2) Найдите угловую скорость вращения платформы.
- 3) При какой минимальной угловой скорости вращения шар «утонет» и окажется на дне сосуда?

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

$$v \sin \frac{\alpha}{b} \Lambda = \sin \alpha \left(\frac{v \cos \alpha}{v \sin \alpha b} \Lambda = \omega \left(\frac{v \cos \alpha}{b(0d - d)} \right) \frac{v \sin \alpha}{v} = N \text{ (1}$$

ЗАДАЧА 14. (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 α ($\sin \alpha = 4/5$) с вертикалью. Угол между нитями равен 90° . Размеры шариков малы по сравнению с их расстояниями до оси вращения.

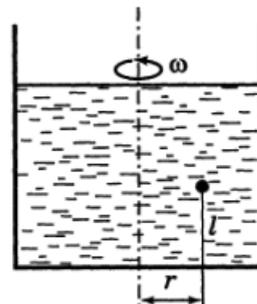


- 1) Под каким углом к вертикали направлена сила Архимеда, действующая на деревянный шарик? Дайте объяснение.

2) Найдите отношение сил натяжения верхней и нижней нитей.

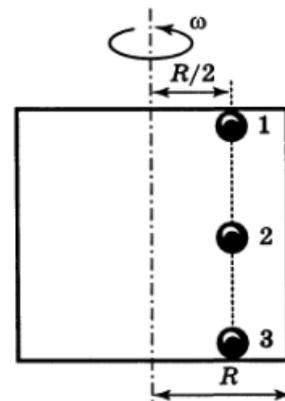
$$8/19 \text{ (2) } \text{ } \alpha; \text{ (2) } \text{ } 19/8 \text{ (1)}$$

ЗАДАЧА 15. (Всеросс., 1994, финал, 11) Лёгкая нерастяжимая нить, длина которой $l = 30$ см, одним концом закреплена на дне цилиндрического сосуда, а другим привязана к маленькому деревянному шарiku (рис.). Расстояние между точкой закрепления нити и центром дна сосуда $r = 20$ см. Сосуд начинает вращаться вокруг своей вертикальной оси. Определите угловую скорость ω вращения сосуда, если нить отклоняется от вертикали на угол $\alpha = 30^\circ$.



$$\omega = \sqrt{\frac{g \sin \alpha}{r \cos \alpha}}$$

ЗАДАЧА 16. (Всеросс., 1997, финал, 11) Вертикально расположенный цилиндрический сосуд радиусом R полностью заполнен водой плотности ρ_0 и герметично закрыт жёсткой крышкой. На расстоянии $R/2$ от оси симметрии цилиндра расположены три маленьких одинаковых шарика радиусом r (рис.). Плотность материала шарика 1 $\rho_1 < \rho_0$, у шарика 2 $\rho_2 = \rho_0$, а у шарика 3 $\rho_3 > \rho_0$. Цилиндр медленно раскручивают до постоянной угловой скорости вращения ω .



1) Где будут находиться шарики во вращающемся цилиндре и почему?

2) Определите результирующую силу давления со стороны воды на каждый шарик и направление этой силы в их новых положениях равновесия. Силой трения о дно и крышку цилиндра пренебречь.

$$F_1 = \frac{3}{4} \pi r^3 \rho_0 g; F_2 = \frac{3}{4} \pi r^3 \rho_0 g \sqrt{g^2 + \omega^2 R^2}; F_3 = \frac{3}{4} \pi r^3 \rho_0 g \sqrt{g^2 + \omega^2 R^2}$$