

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 10

Вариант 10-02

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

- 1. Гайку бросают с вышки со скоростью $V_0 = 10$ м/с под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. В полете гайка все время приближалась к горизонтальной поверхности Земли и упала на нее со скоростью $2V_0$.

- 1) Найти вертикальную компоненту скорости гайки при падении на Землю.
- 2) Найти время полета гайки.
- 3) С какой высоты была брошена гайка?

Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

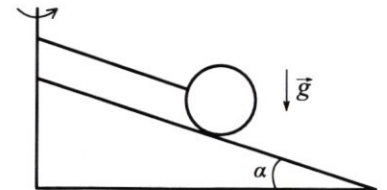
- 2. Человеку, упирающемуся в ящик ногами, надо передвинуть ящик из состояния покоя по горизонтальному полу на расстояние S к стене (см. рис.). Массы человека и ящика равны соответственно m и $M = 2m$. Натянутые части каната, не соприкасающиеся с блоком, горизонтальны. Массами каната, блока и трением в оси блока можно пренебречь. Коэффициент трения между ящиком и полом μ .



- 1) С какой силой ящик с человеком давят на пол при движении ящика?
- 2) С какой минимальной постоянной силой надо тянуть человеку канат, чтобы осуществить задуманное?
- 3) За какое время человек осуществит задуманное, приложив постоянную силу F ($F > F_0$) к канату?

- 3. Однородный шар массой m и радиусом R находится на гладкой поверхности клина, наклоненной под углом α к горизонту (см. рис.). Шар удерживается нитью длиной L , привязанной к вертикальной оси, проходящей через вершину клина. Нить параллельна поверхности клина.

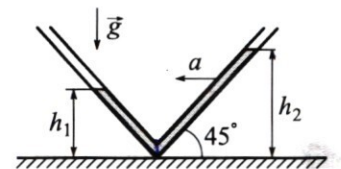
- 1) Найти силу давления шара на клин, если система покоится.
- 2) Найти силу давления шара на клин, если система вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину клина, а шар не отрывается от клина.



- 4. Трубка, изогнутая под прямым углом, расположена в вертикальной плоскости и заполнена маслом (см. рис.). Угол $\alpha = 45^\circ$. При равноускоренном движении трубки в горизонтальном направлении с ускорением $a = 4$ м/с² уровень масла в одном из колен трубки устанавливается на высоте $h_1 = 10$ см.

- 1) На какой высоте h_2 установится уровень масла в другом колене?
- 2) С какой скоростью V будет двигаться жидкость в трубке относительно трубки после того как трубка внезапно станет двигаться равномерно (ускорение «исчезнет») и когда уровни масла будут находиться на одинаковой высоте?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Действие сил трения пренебрежимо мало.

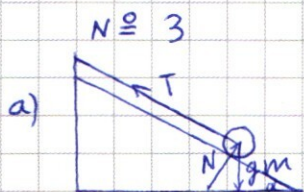


- 5. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится насыщенный водяной пар при температуре 27°C и давлении $P = 3,55 \cdot 10^3$ Па. В медленном изотермическом процессе уменьшения объема пар начинает конденсироваться, превращаясь в воду.

- 1) Найти отношение плотности пара к плотности воды в условиях опыта.
- 2) Найти отношение объема пара к объему воды к моменту, когда объем пара уменьшится в $\gamma = 5,6$ раза.

Плотность и молярная масса воды $\rho = 1$ г/см³, $\mu = 18$ г/моль.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



а) Обозначим силу натяжения нити T , и-
лу давления шара на клин N . Криво-
этих сил по вертикали $= T \sin \alpha + N \cos \alpha = mg$. В то же вре-
мя, раз шар покоится, а сила тяжести действует лишь
по вертикали, то $N \sin \alpha = T \cos \alpha$, $\Rightarrow$ если подставить это
в первое выражение, $T \sin \alpha = \frac{N \sin^2 \alpha}{\cos \alpha}$, так что $mg = N \left(\frac{\cos^2 \alpha}{\cos \alpha} + \frac{\sin^2 \alpha}{\cos \alpha} \right) = \frac{N}{\cos \alpha} \Rightarrow N = mg \cos \alpha$.

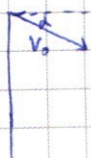
ответ: $mg \cos \alpha$.

б) Используем те же обозначения. По вер-
тикали всё так же: $T \sin \alpha + N \cos \alpha = mg$. По
горизонтали T и N теперь возмущают шар, ~~так~~ на шар,
возникающая из-за ускорения от вращения. Ускорение =
 $= \omega^2 (L+R) \cos \alpha$ ($(L+R) \cos \alpha$ - расстояние до оси вращения), $\Rightarrow$ ила =
 $= m \omega^2 (L+R) \cos \alpha$. $\Rightarrow T \cos \alpha - N \sin \alpha = m \omega^2 (L+R) \cos \alpha$, $\Rightarrow T \sin \alpha = \frac{N \sin^2 \alpha}{\cos \alpha} +$
 $+ m \omega^2 (L+R) \sin \alpha$, $\Rightarrow mg = N \left(\frac{\cos^2 \alpha}{\cos \alpha} + \frac{\sin^2 \alpha}{\cos \alpha} \right) + m \omega^2 (L+R) \sin \alpha \Rightarrow \frac{N}{\cos \alpha} + m \omega^2 (L+R) \sin \alpha$
 $\Rightarrow N = \frac{mg}{\cos \alpha} (gm - m \omega^2 (L+R) \sin \alpha) \cdot \cos \alpha$.

ответ: $(gm - m \omega^2 (L+R) \sin \alpha) \cdot \cos \alpha$.

N = 1

Раз гайка всё время прижималась, $\Rightarrow$ вертикальная ком-
понента силы направлена вниз, как на рисунке. Таким
образом, если ~~все~~ время падения = t , горизонтальная
ил. ~~одна~~ $\Rightarrow$



горизонтальная = $V_0 \cos \alpha$, вертикальная = $V_0 \sin \alpha + gt$, $\Rightarrow$ раз в конце
 горизонтальная скорость = $2V_0$, то $4V_0^2 = (V_0 \cos \alpha)^2 + (V_0 \sin \alpha + gt)^2 = V_0^2 + 2V_0 \sin \alpha gt + g^2 t^2$. Если подставить числа: $300 = 100t + 100t^2, \Rightarrow t^2 + t - 3 = 0, \Rightarrow t$

(раз это неотрицательно) = $\frac{\sqrt{13}-1}{2}$ с. Вертикальная компонента =
 $= gt + V_0 \sin \alpha = 10 \cdot \left(\frac{\sqrt{13}-1}{2}\right) + 10 \cdot \frac{1}{2} = 5\sqrt{13}$ м/с. Высота же = $V_0 \sin \alpha \cdot t + \frac{gt^2}{2} = 10 \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\sqrt{13}-1}{2}\right) + \frac{10 \cdot (\sqrt{13}-1)^2}{2 \cdot 4} = \frac{5(\sqrt{13}-1)}{2} \cdot \left(1 + \frac{\sqrt{13}-1}{2}\right) = \frac{5(\sqrt{13}-1)(\sqrt{13}+1)}{4} = 15$ м

ответ: 1) $5\sqrt{13}$ м/с; 2) $\frac{\sqrt{13}-1}{2}$ с; 3) 15 м

N = 5

Обозначим начальный объём пара V_0 , количество молей пара
 до. Объём = масса: плотность, $\Rightarrow V_0 = \frac{\rho_0 M}{\rho_1}$ (ρ_1 - искомая плотность пара.

~~из~~ ~~уравнения~~ из данного процесса $PV_0 = \nu RT$ (T - температура, т.е. 300°K). $PV_0 = \frac{\rho_0 M}{\rho_1} = \nu RT \Rightarrow \rho_1 M = \rho_0 RT, \Rightarrow \rho_1 = \frac{\rho_0}{RT}$. Подставим числа:
 $\frac{3,55 \cdot 18}{8,31 \cdot 300} = \rho_1$ (все в СИ, т.е. множитель 10^3 в ρ (кг/м³) $\approx 10^{-3}$ в ρ_0) = $\frac{63,9}{2493}$ кг/м³
 $\approx \frac{1}{39}$ кг/м³, $\Rightarrow \rho_1 = \frac{1}{39000}$.

Пар насыщенно, $\Rightarrow$ при изотермическом процессе давление
 его неизменно. Но есть если объём ^{пара} уменьшится в x раз, то
 и его ~~ко~~ кол-во в-ва ($\Rightarrow$ и масса) уменьшится в x раз. Если по-
 звать эти параметры обозначениями, объём пара = $\frac{\rho_0 M}{\rho_1}$, тогда же -
 $\frac{\rho_0 M (x-1)}{\rho x}$. Отношение = $\frac{\rho_0 M}{x \rho_1} : \frac{\rho_0 M (x-1)}{\rho x} = \frac{\rho}{\rho_1} (x-1) = 39000 \cdot 4,6 = 179400$

ответ: ~~а)~~ а) $\approx \frac{1}{39000}$; б) ≈ 179400 .

N = 4

1) Чтобы тело было в равновесии, нужно, чтобы на него
 действовала сила или сила = 0. Рассмотрим случай твёрдого
 тела = $\bullet$ сила давления от левого и правого толкателей, и сила
 или на них от закрепления. Полюс для левого толка-
 теля направлен в сторону тела, а для правого - от него.
 и. и. р. 3.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

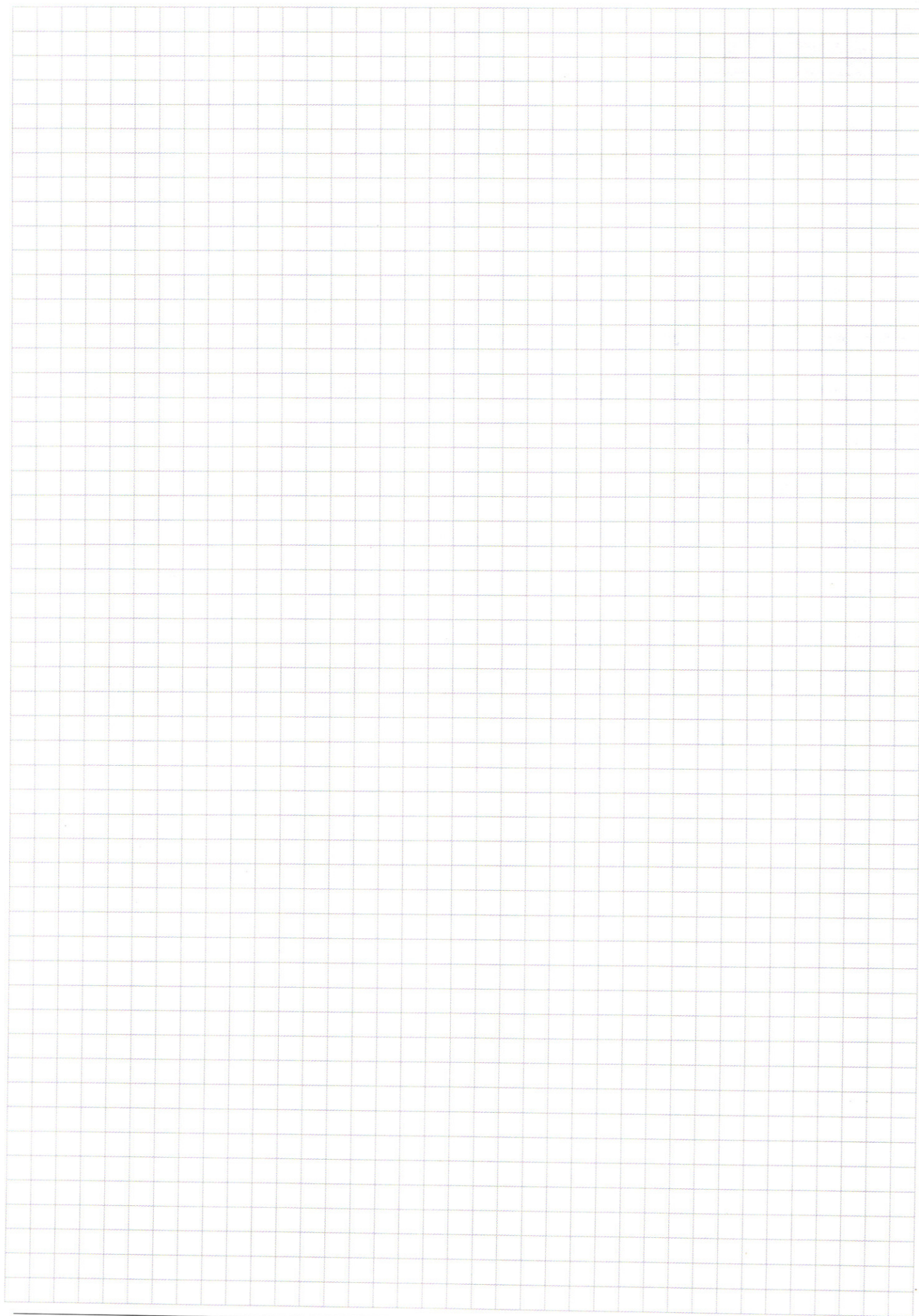
В этом месте по вертикали
Заставим силы на тарелки h_1 и h_2 (еще считаем тарелку тонкой)
по уравнению с h_1 и h_2 : $h_1 \rho g S$ (сила давления, где S - площадь тарелки;
 ~~$+ h_1 \rho g S \sin \alpha$~~ ~~$+ h_1 S \rho a$~~ ρ - плотность жидкости) $+ h_1 S \rho a - \tan \alpha =$
 $= h_2 \rho g S - h_2 S \rho a - \tan \alpha + \tan \alpha = 1, \Rightarrow (h_1 + h_2) a = (h_2 - h_1) g \Rightarrow h_2 (g - a) = h_1 (g + a).$
Подставим $6h_2 = 14h_1 \Rightarrow h_2 = \frac{7}{3} h_1 = \frac{70}{3} \approx 23,3 \text{ см}.$

ответ: $h_2 \approx 23,3 \text{ см}.$

2) Ускорение возникнет от разности сил давлений. Рассчитаем все так же (одозначения тарелки): сила, на него, когда ускорение произошло, $= h_2 \rho g S - h_1 \rho g S = (h_2 - h_1) \rho g S$. Еще в данной момент скорости $u_1, \Rightarrow \text{сила} = ((h_1 + u_1 \Delta t) - (h_2 - u_1 \Delta t)) \rho g S = (h_1 - h_2 + 2u_1 \Delta t) \rho g S$, где Δt - маленький промежуток времени.

№ 12

4. ~~обсуждение~~



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

ММММ пример

~~~~~

При входе информации,  $\Rightarrow$

0,5 Во - указательно

$$\left(\frac{\sqrt{3}}{2} v_0\right)^2 + (0,5 v_0 + g t)^2 = 4 v_0^2 = 4 \cdot 10^2$$

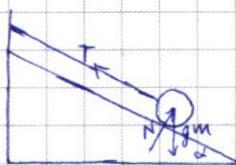
$$= \frac{3}{4} V_0^2 + \cancel{\frac{1}{4}} V_0^2 + g^2 t^2 + V_0 g t$$

$$g^2 t^2 + V_0 g t = 3 V_0^2$$

$$300 = 100t^2 + 100t$$

$$t^2 + t - 3 = 0$$

$$D = \sqrt{13}$$



$$N \cos \alpha + T \sin \alpha = mg \quad \text{300}$$

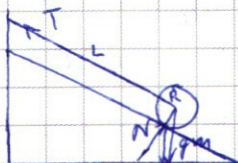
$$N \sin \alpha = T \cos \alpha$$

$$N \tan \alpha = T$$

$$N \cos \alpha + N \tan \alpha \cdot \sin \alpha = mg$$

$$N = \frac{gm}{\left(\cos\alpha + \frac{\sin^2\alpha}{\cos\alpha}\right)} = gm \cos\alpha$$

$$= gm / \left( \frac{1}{\cos \alpha} \right) = gm \cos \alpha$$



$$T \cos \alpha - N \sin \alpha = \omega^2 (L+R) \cos \alpha$$

$$T \sin \alpha + N \cos \alpha = mg$$

$$T \sin \alpha = |N \sin \alpha + \omega^2 (L+R) \cos \alpha| \cdot \tan \alpha =$$

$$= w^2(L+R) \sin d + N \sin^2 d / \cos d$$

$$N \cos \alpha + N \sin^2 \alpha \cos \alpha = N \cancel{\cos \alpha}^1 / \cos \alpha$$

$$N/\cos \alpha + \omega^2 \sin \alpha (L+R)$$

$$gm - w^2 \sin \alpha (L + R) \cdot \cos \alpha$$

$$5t + 5t^2 = 15u$$

$$t + t^2 - 3 = 0$$

$$(V_0 \cos \alpha)^2 + (V_0 \sin \alpha + gt)^2 = \text{width}$$

$$= v_0^2 + 2v_0 \sin \alpha g t + g^2 t^2 = 4v_0^2$$

$$3. V_0^2 = 2V_0 \sin \alpha \cdot g t + g^2 t^2$$

$$300 = 100t + 100t^2$$

$$t^2 + t - 3 = 0$$

$$\sqrt{D} = \sqrt{13}$$

$$\frac{\sqrt{13}-1}{2}$$



$$5 \cdot \frac{\sqrt{13}-1}{2} + \frac{5 \cdot (\sqrt{13}-1) \cdot \sqrt{13}}{2}$$

$$13 + 1 - 2\sqrt{13}$$

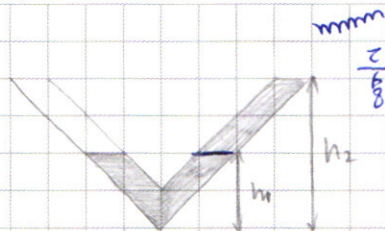
$$5(\sqrt{13}-1)+5$$

$$\boxed{14 - 2\sqrt{13}}$$

$$\frac{5 - (\sqrt{13} - 1)}{2}$$

$$P = \frac{DRT}{V}$$

$$P_1 = \frac{D_1 R T}{V_1}, P_2 = \frac{D_2 R T}{V_2}$$



$\sqrt{2}(h_2 - h_1) S$  - площадь боковой

$$\rho \sqrt{2} (h_2 - h_1) S g = (h_2 - h_1) \rho g S$$

кач. АД на

$$\sqrt{2}(h_2 - h_1) S \rho a =$$

$$2,82 \approx \frac{6}{160} = \frac{9,6}{160}$$

масс  $V_2$ , масс  $V_1$

$$(h_2 - h_1) S \rho a / \sin \alpha$$

$P$  ...

$$\frac{h_2 - h_1}{\sin \alpha} \cdot S \cdot \rho \cdot a = \frac{(h_2 - h_1)}{\sin \alpha} \cdot S \cdot \rho \cdot g (h_2 - h_1) \rho g$$

глубина на  $h_1$  + укл-е на  $h_1$  = глб. на  $h_2$  - укл-е на  $h_2$

$$\frac{h_1}{\sin \alpha} \cdot S \cdot \rho \cdot a + (h_1 g \rho S / \sin \alpha) \cdot \tan \alpha =$$

$$\frac{R}{1-x} = \frac{R}{1} - y \quad mg \sin \alpha + F_0 =$$

гидро  $V_1$  нап-мало  $0,5 V_1$

мало  $V_2$  вода

$$\frac{V_2}{0,5 V_1} = \frac{P_1}{P} \quad \& \text{масс нап-е}$$

$$P_1 V_1 = P_2 0,5 V_1$$

1/2 керо нап-е, глб. нап-е адри то же.

$$P V_1 = D R T$$

$$\Delta D \mu / P \approx \Delta V_1$$

$$P_1 =$$

$$\frac{P V_1}{D} = \frac{P (V_1 - \frac{\Delta V_1 P_1}{D})}{D - \Delta D} = \frac{P (V_1 - \frac{\Delta V_1 P_1}{D})}{D - \Delta D}$$

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{\Delta \mu}{P_1} = \frac{\Delta \mu}{P_1} - \frac{\Delta \mu}{P} =$$

$$= \frac{\mu (\Delta P - \Delta \mu P_1)}{P_1 (P - \Delta P)}$$

$$\Delta P - \Delta \mu P_1 = P - \Delta P - \Delta \mu P_1$$

$$P = P_1$$

$$(h_1 + V_1 \Delta t) - (h_2 - V_2 \Delta t)$$

$$h_1 - h_2 + 2 V_1 \Delta t$$

1. температура, амплитуда.
2. Задачи по физике.
3. Волны из микра.
4. Амплитуда от температуры.

$$h_1 g + h_1 a / \sin \alpha = h_2 g - h_2 a / \sin \alpha$$

$$h_1 g + h_1 a = h_2 g - h_2 a$$

$$h_1 g + h_1 a = h_2 g - h_2 a$$

$$h_1 g + h_1 a = h_2 g - h_2 a$$

$$h_1 g + h_1 a = h_2 g - h_2 a$$

$$P_1 \cdot 8,31 \cdot 300 = 3550 \cdot 0,018$$

кон-то ...

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

$$V_0 = \frac{P_1}{P_2} V_1$$

$$P V_0 = D R T$$

$$T = 300^\circ K$$

$$V_0 = \frac{P_1}{P_2} V_1$$



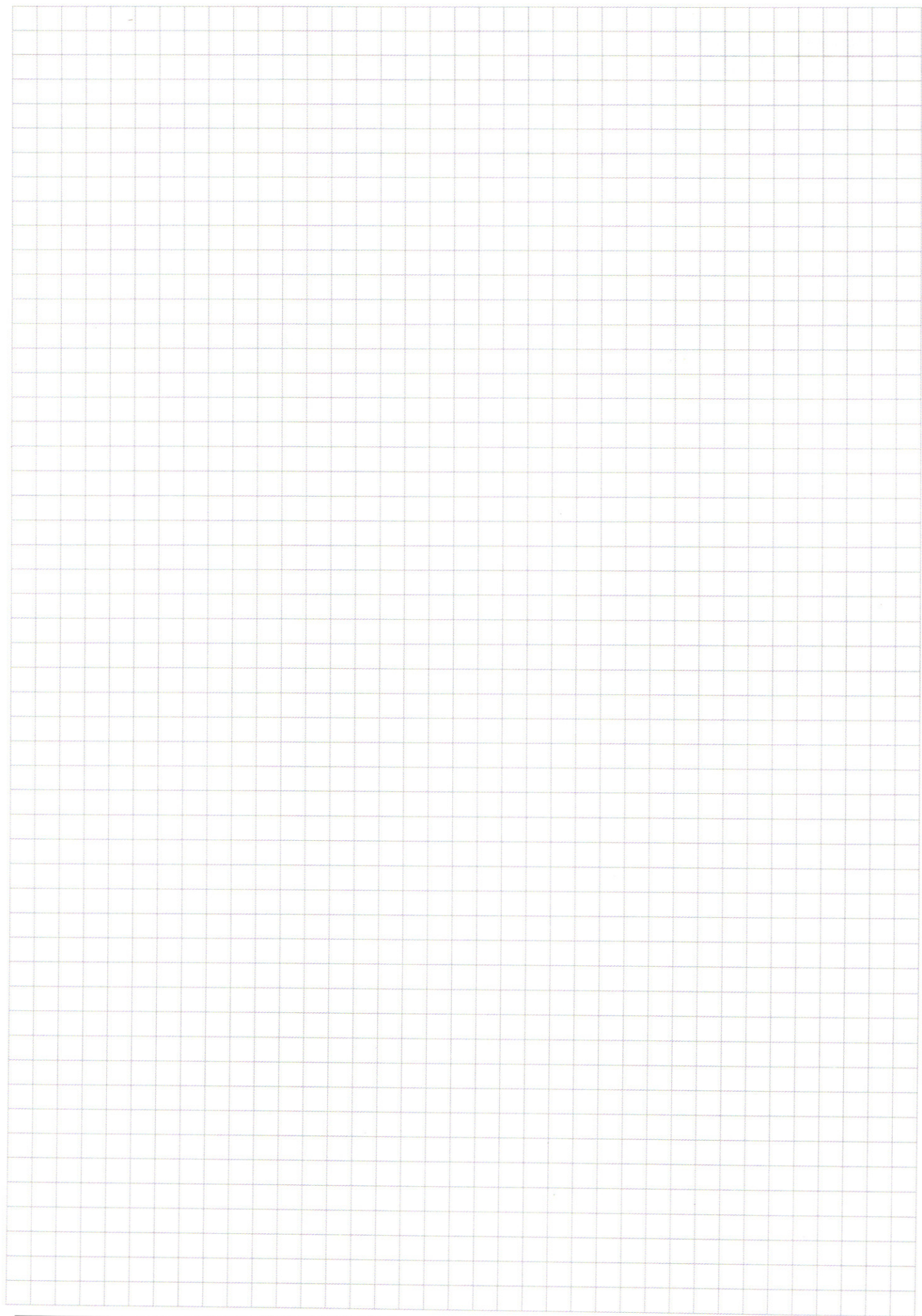
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ)»

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик    ☐ чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)



☐ черновик    ☐ чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №       
(Нумеровать только чистовики)



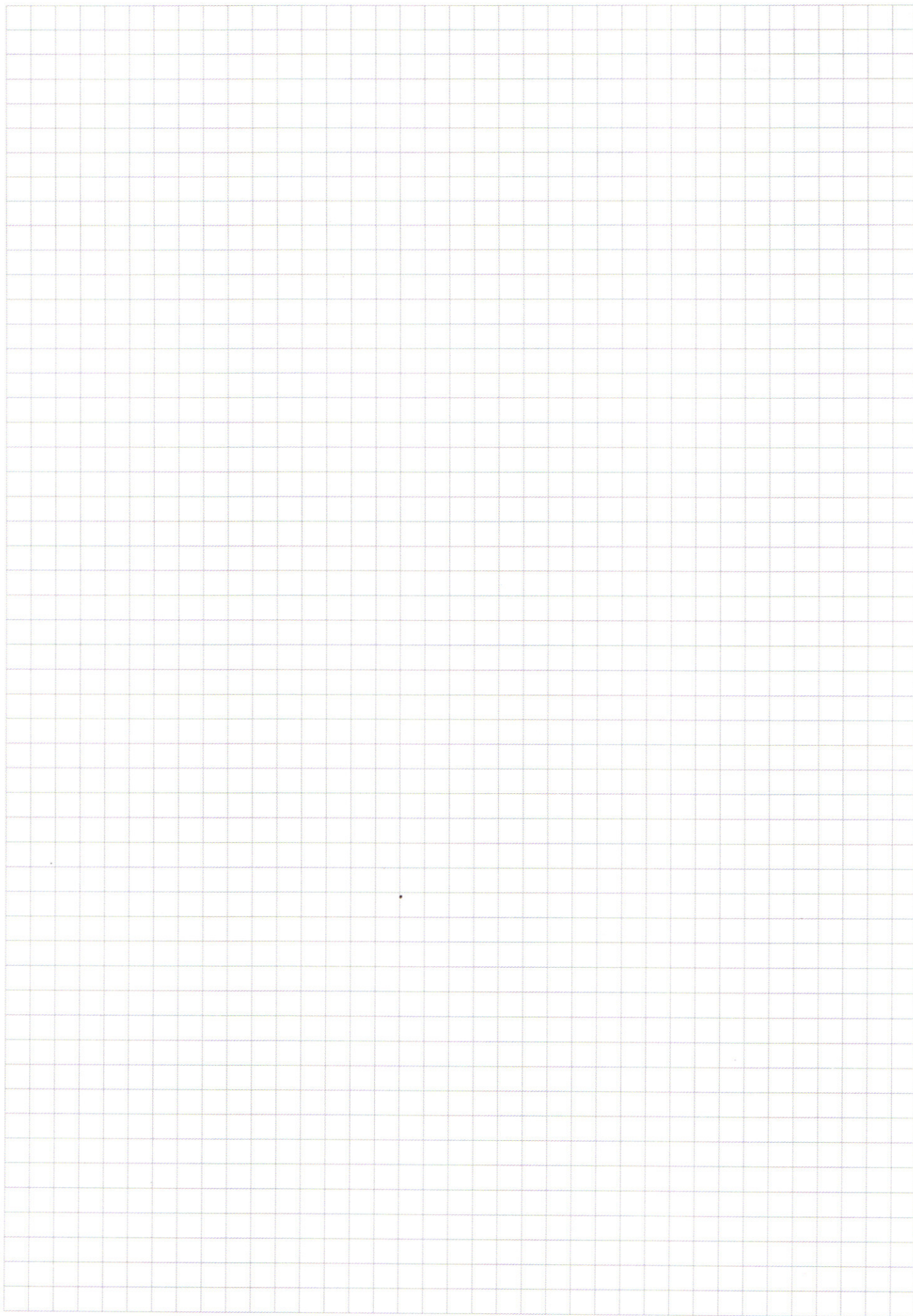
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ)»

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик    ☐ чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)



☐ черновик    ☐ чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)