

# Особенности подготовки к ГИА по учебному предмету «**Физика**» и планируемые изменения в КИМ в **2024** году (для выпускников 11 кл.)

Составила **Величко Анна Николаевна**, председатель  
ПК по проверке экзаменационных работ ГИА по  
физике в НСО

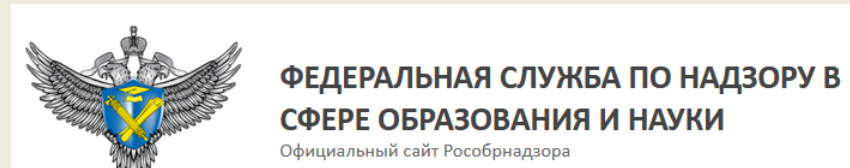
с использованием материалов **М.Ю. Демидовой**, д.п.н., руководителя  
Федеральной комиссии по разработке КИМ для проведения ГИА по  
образовательным программам основного общего и среднего общего  
образования по физике

# Официальные сайты

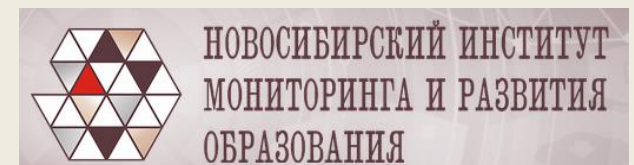
- ▶ <http://fipi.ru/> Федеральный институт педагогических измерений




- ▶ <https://obrnadzor.gov.ru/gia/>  
Рособрнадзор










- ▶ <http://nimro.ru> ГКУ НСО «Новосибирский институт мониторинга и развития образования»



# Новости от Рособрнадзора на новый год



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В  
СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ**  
Официальный сайт Рособрнадзора



Телефон для справок: +7 (495) 984 89 19  
Телефон доверия ЕГЭ: +7 (495) 104 6

О РОСОБРНАДЗОРЕ ▾ ГОС. УСЛУГИ И ФУНКЦИИ ▾ ДОКУМЕНТЫ ▾ ОТКРЫТАЯ СЛУЖБА ▾ НАВИГАТОР ГИА ▾ ПРЕСС-СЛУЖБА ▾

Главная > Навигатор ГИА > Материалы для подготовки к ЕГЭ

Навигатор ГИА

Новости ГИА

ГИА

Материалы для подготовки к ЕГЭ


Открытые варианты КИМ ЕГЭ

Видеоконсультации разработчиков КИМ ЕГЭ

Демоверсии, спецификации и кодификаторы

Материалы для подготовки к ЕГЭ

В данном разделе собраны актуальные материалы, которые можно использовать для подготовки к единому государственному экзамену.



Выпускникам рассказали об изменениях в ЕГЭ по физике 2024 года и новом ресурсе для подготовки к экзамену

15 ноября, 2023

В рамках онлайн-консультаций по подготовке к ЕГЭ «На все 100» от разработчиков экзаменационных материалов из Федерального института педагогических измерений (ФИПИ) прошел эфир, посвященный экзамену по физике. Об особенностях выполнения различных заданий экзаменационной работы, изменениях, которые ждут участников ЕГЭ по физике ... [Читать далее](#)



[https://obrnadzor.gov.ru/navigator-gia/news\\_gia/](https://obrnadzor.gov.ru/navigator-gia/news_gia/)  
Видеозапись эфира доступна в сообществе  
Рособрнадзора [«ВКонтакте»](#) и на [Rutube](#).

---

- ▶ Сергей Стрыгин обратил внимание всех выпускников, что при поддержке Минпросвещения России и Минобрнауки России стартовал проект «Физика для всех». «Этот проект направлен на то, чтобы популяризировать физику и инженерное образование в нашей стране, сделать ЕГЭ по физике более привлекательным. На портале <https://физикадлявсех.рф> будут проходить курсы подготовки к ЕГЭ по физике. Там размещены и будут добавляться разборы заданий, тренировочные материалы, банк заданий по физике, а также другая полезная информация для школьников, учителей, абитуриентов и вузов», – рассказал он.

# Расписание ЕГЭ по физике (ПРОЕКТ)

---

▶ **ДОСРОЧНЫЙ** период

▶ 19 апреля

▶ **ОСНОВНОЙ** период

▶ 10 июня

▶ 21 июня

▶ 1 июля *резерв по всем учебным предметам*

---



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)**

**ПРИКАЗ**

28 августа 2023 г.

Москва

№ 8

**Об установлении минимального количества баллов государственного экзамена по общеобразовательным специальностям или направлениям, соответствующим специальности или направлению подготовки, по которым проводится прием на обучение в образовательных организациях, находящихся в ведении Министерства образования Российской Федерации, на 2024/25 учебный год**

В соответствии с частью 3 статьи 70 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» и подпунктом 4.3.22 пункта 4 Положения



МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ЗАРЕГИСТРИРОВАНО**

Регистрационный № 75336

от 26 сентября 2023 г.

**Минимальное количество баллов единого государственного экзамена по общеобразовательным предметам, соответствующим специальности или направлению подготовки, по которым проводится прием на обучение в образовательных организациях, находящихся в ведении Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, на 2024/25 учебный год**

Общеобразовательный предмет	Минимальное количество баллов
Русский язык	40
Математика	39
Физика	39
Обществознание	45
История	35
Информатика и информационно-коммуникационные технологии	44
Иностранный язык	30
Литература	40
Биология	39
География	40
Химия	39

- 
- ▶ Минимальные баллы ЕГЭ в вузы Минобрнауки на 2024-2025 учебный год
  - ▶ Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 28.08.2023 №825.

Предмет	Минимальное количество баллов
Русский язык	40
Математика	39
Физика	39
Обществознание	45
История	35
Информатика	44
Иностранный язык	30
Литература	40
Биология	39
География	40
Химия	39

---



**Федеральная служба  
по надзору в сфере образования и науки  
(Рособрнадзор)**

**РАСПОРЯЖЕНИЕ**

16.07.2019

Москва

№ 1122-10

**ОБ УТВЕРЖДЕНИИ МЕТОДИКИ  
ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИНИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА БАЛЛОВ ЕДИНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА, ПОДТВЕРЖДАЮЩЕГО ОСВОЕНИЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ,  
И МИНИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА БАЛЛОВ ЕДИНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ПОСТУПЛЕНИЯ  
В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ НА  
ОБУЧЕНИЕ ПО ПРОГРАММАМ БАКАЛАВРИАТА И ПРОГРАММАМ  
СПЕЦИАЛИТЕТА**

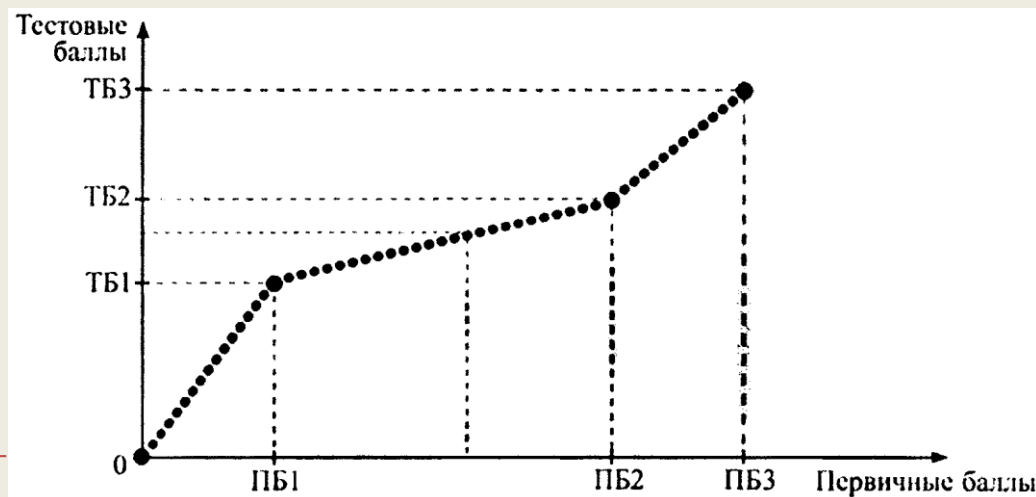
(с изменениями, внесенными распоряжением  
Федеральной службы по надзору в сфере образования и  
науки от 01.04.2022 № 778-10)



# Обновление приказов пройдет после пробного этапа ЕГЭ

- ▶ значение ПБ1 определяется как минимальный первичный балл, который свидетельствует об освоении участником экзамена основных общих учебных умений, навыков и способов деятельности по соответствующему учебному предмету.
- ▶ Величина ПБ2 определяется как наименьший первичный балл, получение которого свидетельствует о высоком уровне подготовки участника экзамена, а именно, о наличии системных знаний, овладении комплексными умениями, способности выполнять творческие задания по соответствующему учебному предмету.
- ▶ максимальному первичному баллу ПБ3 ставится в соответствие тестовый балл 100

**2024 – грядут  
изменения в  
первичных баллах**



<https://4ege.ru/novosti-ege/4023-shkala-perevoda-ballov->

— Физика

Первичный балл	Тестовый балл
1	4
2	8
3	11
4	15
5	18
6	22
7	26
8	29
9	33
10	36
11	38
12	39
13	40
14	41
15	42
16	43
17	44
18	45
19	46
20	47
21	48

21	48
22	49
23	51
24	52
25	53
26	54
27	55
28	56
29	57
30	58
31	59
32	60
33	61
34	62
35	64
36	66
37	68
38	70
39	72
40	74
41	76
42	78
43	80

43	80
44	81
45	83
46	85
47	87
48	89
49	91
50	93
51	95
52	97
53	99
54	100



Утверждена новая редакция порядка проведения ЕГЭ (ГИА-11). Документ вступает в силу с 1 сентября 2023 г. и действует до 1 сентября 2029 г.

---

- ▶ Приказ Министерства просвещения Российской Федерации, Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки от 04.04.2023 № 233/552 "Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования". Зарегистрирован 15.05.2023 № 73314: [233-552.pdf](#)
  - ▶ Приказом предусмотрена возможность для участников экзаменов **изменить выбранный ранее уровень ЕГЭ по математике** с базового на профильный или наоборот, а для выпускников прошлых лет – **изменить или дополнить перечень указанных в заявлениях об участии в ЕГЭ учебных предметов**.
  - ▶ Изменились сроки, в которые выпускники прошлых лет могут участвовать в ЕГЭ: со следующего года **сдавать экзамены они смогут только в резервные сроки основного периода** проведения экзаменов.
  - ▶ В новой редакции порядка более подробно прописана процедура проведения ЕГЭ по информатике. Сокращены сроки обработки и проверки экзаменационных работ ЕГЭ по информатике до двух календарных дней после проведения экзамена, вместо четырех календарных дней.
-



Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

ФИПИ

# ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений»

[О нас](#) ▾ [ЕГЭ](#) ▾ [ОГЭ](#) ▾ [ГВЭ](#) ▾ [Навигатор подготовки](#) ▾ [Методическая копилка](#) ▾ [Журнал ФИПИ](#) [Услуги](#) ▾

[ФГБНУ «ФИПИ»](#) → [Навигатор подготовки](#) → [Навигатор самостоятельной подготовки к ЕГЭ](#)

# Навигатор самостоятельной подготовки к ЕГЭ

## I. Рекомендации по самостоятельной подготовке

- Рекомендации по самостоятельной подготовке к ЕГЭ по физике (2023 г.)
- Рекомендации по самостоятельной подготовке к ЕГЭ по физике (2022 г.)
- Рекомендации по самостоятельной подготовке к ЕГЭ по физике (2020 г.)

## II. Подготовка по темам:

- Механика (pdf)
- Молекулярная физика и термодинамика (pdf)
- Электродинамика: электрическое поле, законы постоянного тока, магнитное поле (pdf)
- Электродинамика: электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны, оптика (pdf)
- Квантовая физика и элементы астрофизики. Задания на проверку методологических умений (pdf)
- Тренировочные задания (pdf)

## III. Видеоконсультации

- Видеоконсультация по подготовке к ЕГЭ по физике-2023
- Марафон по подготовке к ЕГЭ-2023 по физике "ЕГЭ - это про 100!" (видео)



# МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ обучающимся по организации самостоятельной подготовки к ЕГЭ 2023 года


---

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Особенности выполнения заданий по разным разделам курса физики	
Задания 1–6 по механике.....	4
Задания 7–11 по молекулярной физике .....	5
Задания 12–17 по электродинамике .....	6
Задания 18 и 19 по квантовой физике.....	7
Задания 20 и 21.....	8
Задания 22 и 23.....	8
Задания 24–30.....	9
Особенности выполнения заданий разных форм .....	13



← → ↺ 🏠 https://fipi.ru/ege/dlya-predmetnyh-komissiy-subektov-rf#/tab/173729394- 📄 📁 📂 📅 📆 📇 📈 📉 📊 📋 📌 📍 📎 📏 📐 📑 📒 📓 📔 📕 📖 📗 📘 📙 📚 📛 📜 📝 📞 📟 📠 📡 📢 📣 📤 📥 📦 📧 📨 📩 📪 📫 📬 📭 📮 📯 📰 📱 📲 📳 📴 📵 📶 📷 📸 📹 📺 📻 📼 📽 📾 📿 📠 📡 📢 📣 📤 📥 📦 📧 📨 📩 📪 📫 📬 📭 📮 📯 📰 📱 📲 📳 📴 📵 📶 📷 📸 📹 📺 📻 📼 📽 📾 📿



Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки  
**ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений»**  
ФИПИ

О нас ▾ ЕГЭ ▾ ОГЭ ▾ ГВЭ ▾ Навигатор подготовки ▾ Методическая копилка ▾ Журнал ФИПИ Услуги ▾

ФГБНУ «ФИПИ» → ЕГЭ → Для предметных комиссий субъектов РФ

# Для предметных комиссий субъектов РФ

Методические материалы для председателей и членов РПК по проверке выполнения заданий

Русский язык   Математика   **Физика**   Химия

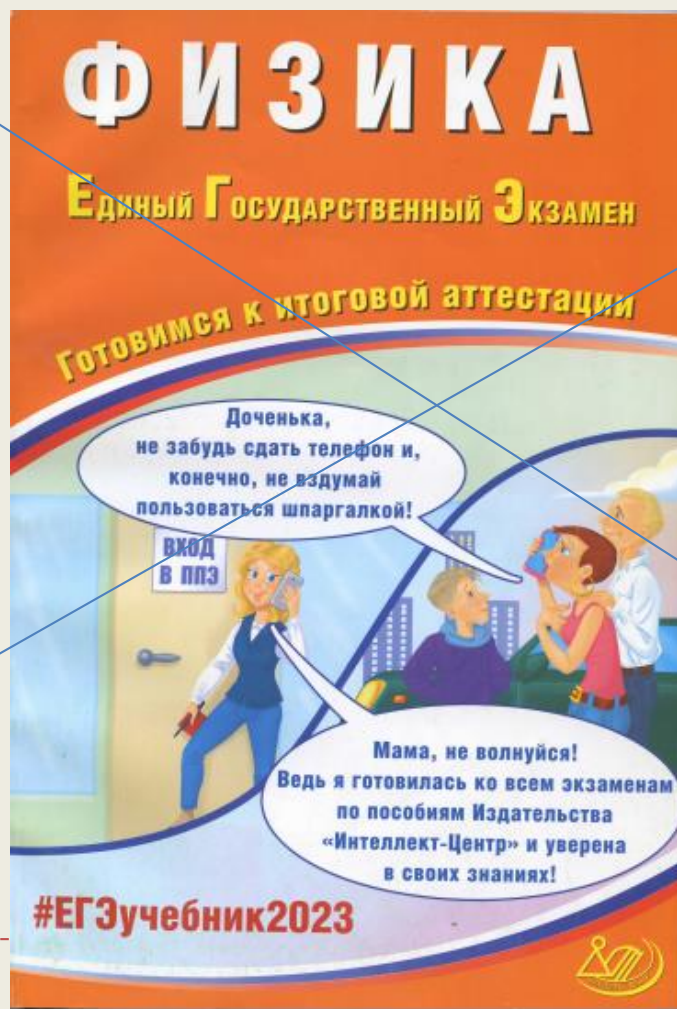


**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ»**

**Методические материалы для председателей и членов предметных комиссий субъектов Российской Федерации по проверке выполнения заданий с развёрнутым ответом экзаменационных работ ЕГЭ 2023 года**

# ФИЗИКА

# Материалы для подготовки от издательств



# Нормативные документы

---



ФИПИ

**Демонстрации,  
спецификации,  
кодификаторы**

---

<http://www.fipi.ru>

---





## Кодификатор состоит из трех разделов:

---

- раздел 1. «Перечень проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования по физике»;
- раздел 2. «Перечень элементов содержания, проверяемых на едином государственном экзамене по физике»;
- раздел 3. «Отражение в содержании контрольных измерительных материалов личностных результатов освоения основной образовательной программы среднего общего образования».

В кодификатор не включены требования к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементы содержания, достижение которых не может быть проверено в рамках государственной итоговой аттестации.

---



# Кодификатор элементов содержания

Соответствие ФГОС (углубленный и базовый уровни изучения предмета)

Детализация, введение формул

2.1.10	<p>Модель идеального газа в термодинамике:</p> <p>{ Уравнение Менделеева – Клапейрона Выражение для внутренней энергии</p> <p>Уравнение Менделеева – Клапейрона (применимые формы записи):</p> $pV = \frac{m}{\mu}RT = \nu RT = NkT, \quad p = \frac{\rho RT}{\mu}$ <p>Выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа (применимые формы записи):</p> $U = \frac{3}{2}\nu RT = \frac{3}{2}NkT = \frac{3}{2}\frac{m}{\mu}RT = \nu c_v T = \frac{3}{2}pV$	БУ, УУ
1.3.2	<p>Центр масс тела. Центр масс системы материальных точек:</p> $\vec{r}_{\text{ц.м.}} = \frac{m_1\vec{r}_1 + m_2\vec{r}_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots}$ <p>В однородном поле тяжести (<math>\vec{g} = \text{const}</math>) центр масс тела совпадает с его центром тяжести</p>	УУ

1.1.4	<p>Ускорение материальной точки: <math>\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = \vec{v}'_t = (a_x, a_y, a_z),</math></p> <p><math>a_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = (v_x)'_t,</math> аналогично <math>a_y = (v_y)'_t, a_z = (v_z)'_t.</math></p>	БУ, УУ
1.1.5	<p>Равномерное прямолинейное движение:</p> <p><math>x(t) = x_0 + v_{0x}t</math></p> <p><math>v_x(t) = v_{0x} = \text{const}</math></p>	БУ, УУ
1.1.6	<p>Равноускоренное прямолинейное движение:</p> <p><math>x(t) = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}</math></p> <p><math>v_x(t) = v_{0x} + a_x t</math></p> <p><math>a_x = \text{const}</math></p> <p><math>v_{2x}^2 - v_{1x}^2 = 2a_x(x_2 - x_1)</math></p> <p>При движении в одном направлении путь <math>S = \frac{v_1 + v_2}{2} \cdot t</math></p>	БУ, УУ

# Сокращён общий объём проверяемых элементов. Убраны:

---

1. Твердое тело. Поступательное и вращательное движение твердого тела
2. Движение небесных тел. Космические скорости (условно)
3. Основы специальной теории относительности
4. Волновые свойства частиц. Волны де Бройля ...
5. Дифракция электронов в кристаллах
6. Лазер
7. Энергия связи нуклонов в ядре...
8. Дефект массы ядра



# Спецификация

---

## 1. Назначение контрольных измерительных материалов (КИМ) ЕГЭ

Единый государственный экзамен (ЕГЭ) представляет собой форму государственной итоговой аттестации, проводимой **в целях определения соответствия результатов** освоения обучающимися образовательных программ среднего общего образования соответствующим **требованиям федерального государственного образовательного стандарта.**

Для указанных целей используются контрольные измерительные материалы (КИМ), представляющие собой комплексы заданий стандартизированной формы.



# Дополнительное оснащение

Справочные данные в начале варианты  
Линейка

Непрограммируемый калькулятор (для каждого участника экзамена) с возможностью вычисления тригонометрических функций (cos, sin, tg)

## Константы

число  $\pi$

ускорение свободного падения на Земле

гравитационная постоянная

универсальная газовая постоянная

постоянная Больцмана

постоянная Авогадро

скорость света в вакууме

коэффициент пропорциональности в законе Кулона

модуль заряда электрона

(элементарный электрический заряд)

постоянная Планка

$$\pi = 3,14$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$$

$$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$$

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$$

$$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$



2024 год

---

Всего заданий – **26**;

из них по типу заданий:

с кратким ответом – **20**;

с развёрнутым ответом – **6**;

по уровню сложности:

**Б – 17; П – 6; В – 3.**

Максимальный первичный балл за работу – **45**.

Общее время выполнения работы –

**3 часа 55 минут (235 мин.).**

---



Blank

Радиус орбиты	Период обращения

Blank



## 10. Изменения в КИМ ЕГЭ в 2024 году по сравнению с 2023 г.

- ▶ 1. В 2024 г. изменена структура КИМ ЕГЭ по физике: число заданий сокращено с 30 до 26. При этом в первой части работы удалены интегрированное задание на распознавание графических зависимостей и два задания на определение соответствия формул и физических величин по механике и электродинамике, в двухбалльных заданиях первой части больше внимания уделяется анализу изменения физических величин в различных процессах и распознаванию графиков зависимостей физических величин;
- ▶ во второй части работы удалено одно из заданий высокого уровня сложности (расчётная задача). Одно из заданий с кратким ответом в виде числа в первой части работы перенесено из раздела «МКТ и термодинамика» в раздел «Механика», в результате: в заданиях 21 и 23 в этом году будут только задачи по молекулярной физике или электродинамике, в задании 25 – расчетная задача по электродинамике (электростатика, постоянный ток, магнитное поле, электромагнитная индукция), задач по оптике в этом году в данном задании не будет, в задании 26 – расчетная задача по механике (динамика, законы сохранения в механике).

- 
- ▶ 2. Сокращён **общий объём проверяемых элементов** содержания, а также спектр проверяемых элементов содержания в заданиях базового уровня с кратким ответом, что отражено в кодификаторе элементов содержания и обобщённом плане варианта КИМ ЕГЭ по физике.
  - ▶ 3. Максимальный балл **уменьшился с 54 до 45.**

# Часть 1. Особенности заданий

---

## Линия 18

Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При равноускоренном движении ускорение тела за любые равные промежутки времени изменяется одинаково.
- 2) В процессе кипения жидкости при постоянном внешнем давлении её температура не меняется.
- 3) Сила тока короткого замыкания определяется только внутренним сопротивлением источника.
- 4) В поперечной механической волне колебания частиц происходят в направлении, перпендикулярном направлению распространения волны.
- 5) В результате  $\alpha$ -распада элемент смещается в Периодической системе элементов Д.И. Менделеева на две клетки ближе к концу.

Ответ: \_\_\_\_\_.

# Часть 1. Особенности заданий

---

2023

Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При прохождении математическим маятником положения равновесия центростремительное ускорение его груза максимально.
- 2) Удельная теплоёмкость вещества показывает, какое количество теплоты необходимо сообщить 1 кг вещества для его плавления.
- 3) При помещении проводника в электростатическое поле наблюдается явление электростатической индукции.
- 4) При преломлении света, падающего из среды с меньшим показателем преломления в среду с бóльшим показателем преломления, угол падения меньше угла преломления.
- 5) При  $\beta$ -распаде ядра выполняются законы сохранения энергии и электрического заряда, но не выполняется закон сохранения импульса.

Ответ: \_\_\_\_\_.

# Примеры утверждений, выбор которых оказался для выпускников затруднителен.

---

Поверхность проводника, находящегося в электростатическом поле, является эквипотенциальной.

При помещении проводника в электростатическое поле наблюдается явление электростатической индукции.

При преломлении света при переходе из одной среды в другую изменяются скорость волны и длина волны, а её частота остаётся неизменной.

При  $\alpha$ -распаде ядра выполняются закон сохранения электрического заряда, закон сохранения импульса.



# Линия 21 (убрали)

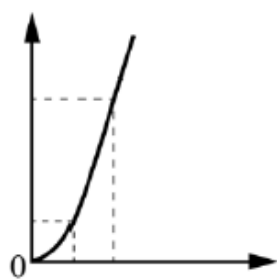
Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость скорости тела, движущегося равномерно, от времени движения;

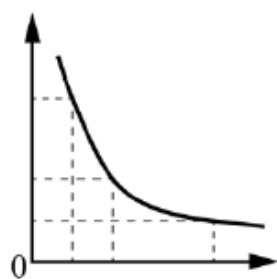
Б) зависимость давления постоянной массы идеального газа от его объема в изотермическом процессе;

В) зависимость энергии электрического поля конденсатора электроемкостью  $C$  от заряда конденсатора.

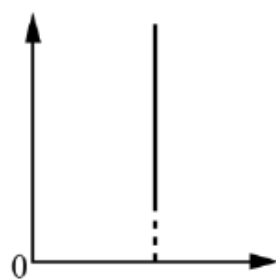
Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В выберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.



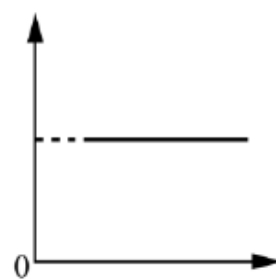
(1)



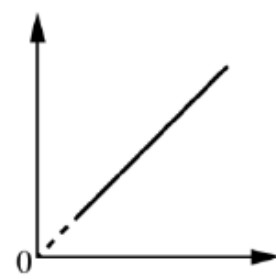
(2)



(3)



(4)



(5)

Ответ:

А	Б	В
4	2	1

# Задания на интегрированный анализ процессов (убрали)

Тело брошено вертикально вверх с поверхности Земли в момент времени  $t = 0$ . В таблице приведены результаты измерения модуля скорости тела в зависимости от времени. Выберите **все** верные утверждения на основании данных, приведённых в таблице.

Время, с	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Модуль скорости, м/с	4,0	3,0	2,0	1,0	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0

- 1) Тело поднялось на максимальную высоту, равную 0,8 м.
- 2) Начальная скорость тела была равна 4 м/с.
- 3) В момент времени  $t = 0,2$  с тело находилось на высоте 0,45 м от поверхности Земли.
- 4) На высоте 0,8 м от поверхности Земли скорость тела была равна 3,0 м/с.
- 5) За 0,7 секунд полета путь тела составил 1,45 м.

Ответ: \_\_\_\_\_ **45** \_\_\_\_\_.

# Задания на интегрированный анализ процессов 2024 демо

По гладким параллельным горизонтальным проводящим рельсам, замкнутым на лампочку накаливания, перемещают лёгкий тонкий проводник. Образовавшийся контур  $KLMN$  находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией  $\vec{B}$  (рис. а). При движении проводника площадь контура изменяется так, как указано на графике (рис. б). Выберите все верные утверждения, соответствующие приведённым данным и описанию опыта.

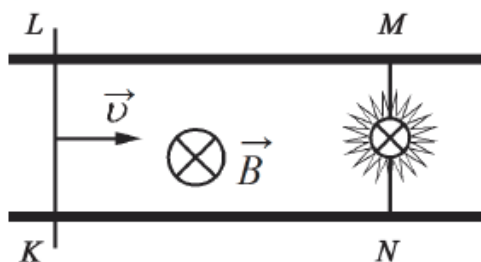


Рис. а

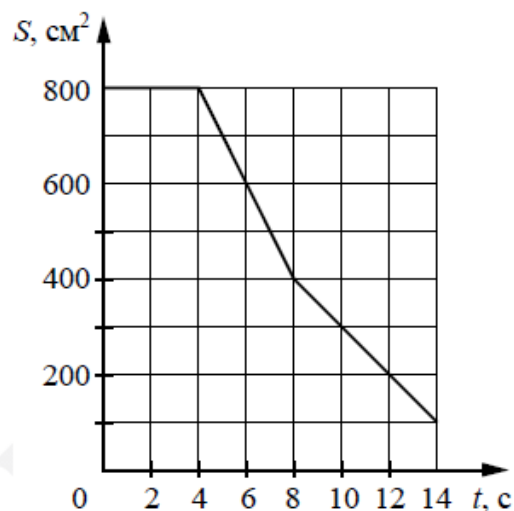


Рис. б

- 1) В течение первых 6 с индукционный ток течёт через лампочку непрерывно.
- 2) В интервале времени от 0 до 4 с лампочка горит наиболее ярко.
- 3) В момент времени  $t=2$  с сила Ампера, действующая на проводник, направлена влево.
- 4) Максимальная ЭДС наводится в контуре в интервале времени от 4 до 8 с.
- 5) Индукционный ток в интервале времени от 6 до 12 с течёт в одном направлении.

Ответ: \_\_\_\_\_.



# Часть 1. Особенности заданий

---

Задания с кратким ответом в виде числа:  
целое число, конечная десятичная дробь, знак «минус»  
с учетом заданных единиц величин

Координата  $x$  тела меняется с течением времени  $t$  согласно закону  $x = 23 + 5t - 2t^2$ , где все величины выражены в СИ. Определите проекцию  $a_x$  ускорения этого тела.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

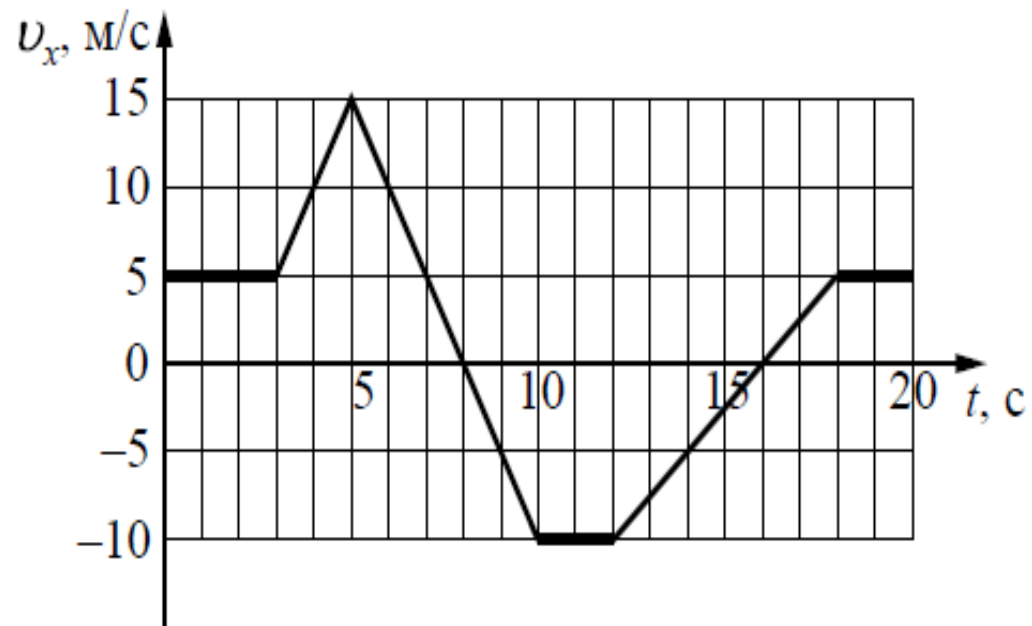
Определите давление керосина в открытой цистерне на глубине 1,5 м. Атмосферное давление не учитывать.

Ответ: \_\_\_\_\_ кПа.



# Часть 1. Особенности заданий

Тело движется вдоль оси  $Ox$ . На рисунке приведён график зависимости проекции  $v_x$  скорости тела от времени  $t$ .



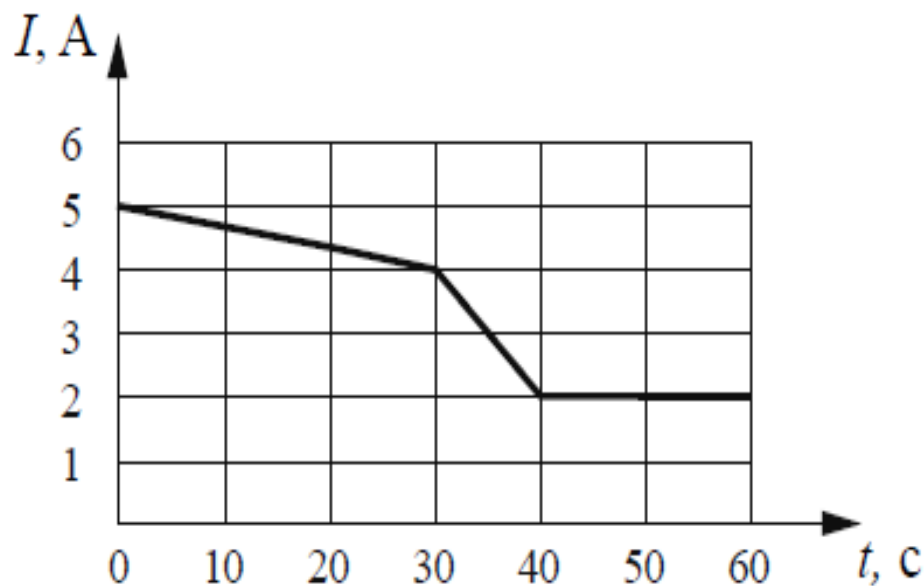
Определите путь, пройденный телом в интервале времени от 12 до 18 с.

Ответ: \_\_\_\_\_ м.



# Часть 1. Особенности заданий

На графике показана зависимость силы тока в проводнике от времени. Определите заряд, прошедший через поперечное сечение проводника за  $\Delta t = 60$  с.

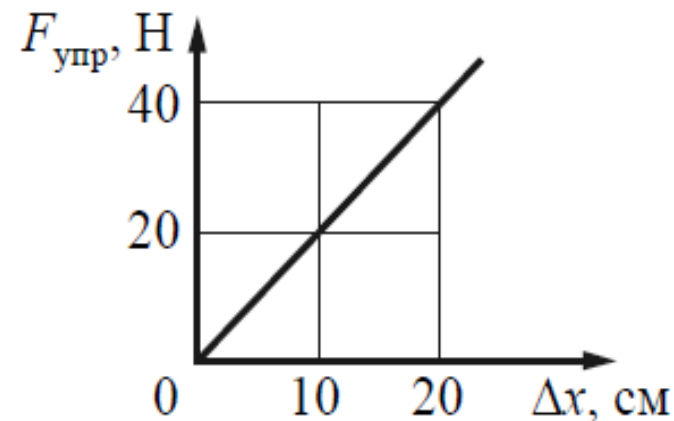


Ответ: \_\_\_\_\_ Кл.

## Часть 1. Особенности заданий

---

На рисунке представлен график зависимости модуля силы упругости пружины от величины её деформации. Определите жёсткость этой пружины.



Ответ: \_\_\_\_\_ Н/м.



# Наиболее сложным оказалось снятие показаний манометра

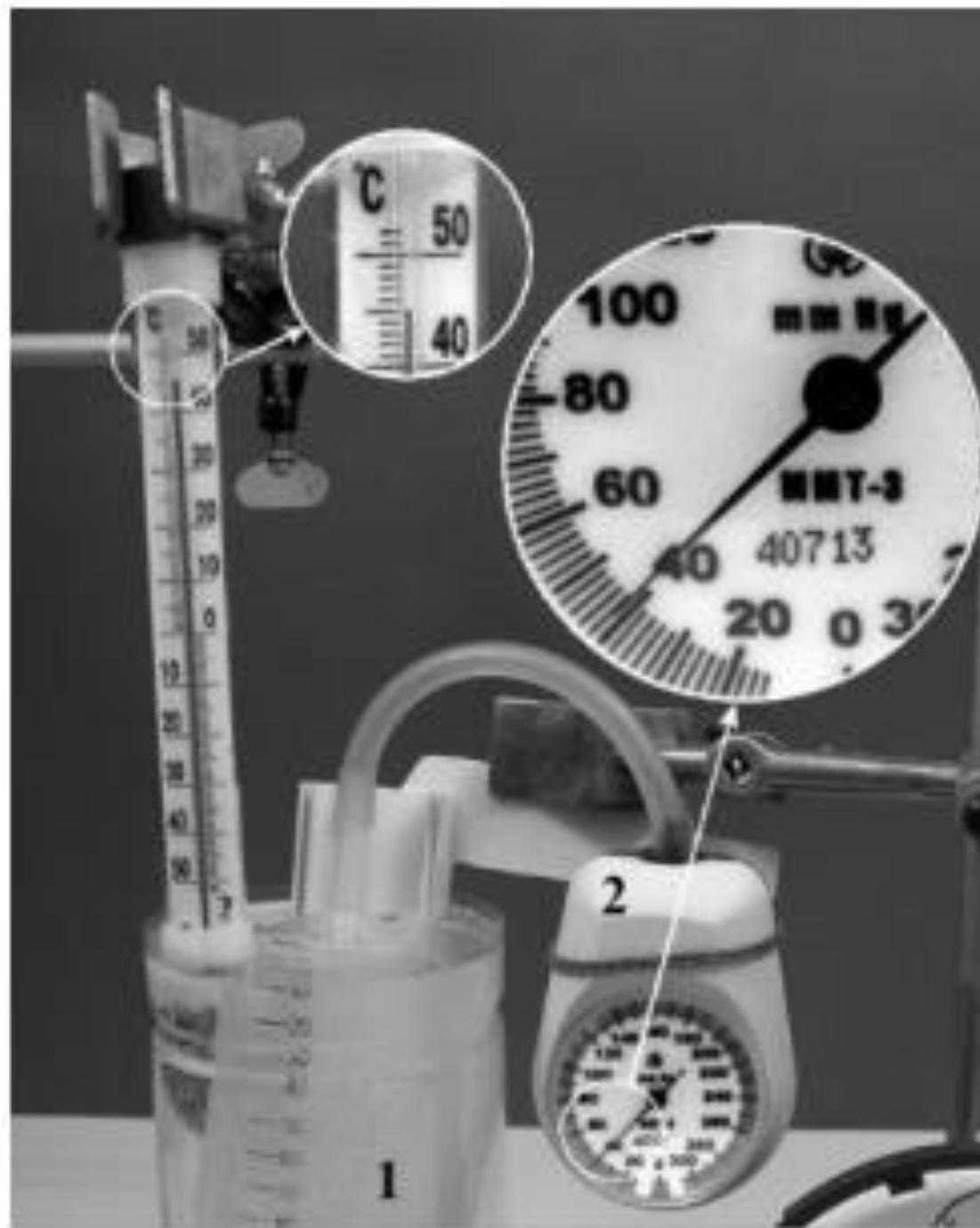
---

*Пример 12 (средний процент выполнения – 43)*

*При исследовании зависимости давления газа от температуры ученик измерял давление в сосуде с газом с помощью манометра. Шкала манометра проградуирована в мм рт. ст. Абсолютная погрешность измерений давления равна цене деления шкалы манометра. Каково показание манометра с учётом погрешности измерений?*

*Ответ: ( 42  $\pm$  2 ) мм рт. ст.*





## №21 (была 24) (качественная задача)

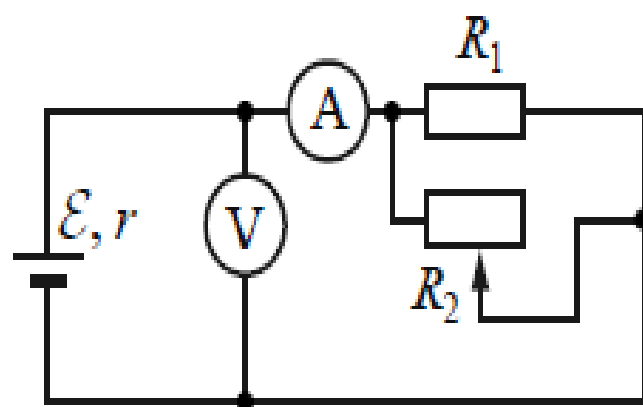
---

Обобщенная схема оценивания строится на основании трех элементов решения:

- *формулировка ответа;*
- *объяснение;*
- *прямые указания на физические явления и законы.*



На рисунке показана принципиальная схема электрической цепи, состоящей из источника тока с отличным от нуля внутренним сопротивлением, резистора, реостата и измерительных приборов – идеального амперметра и идеального вольтметра. Как будут изменяться показания приборов при перемещении движка реостата *вправо*? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.





### Возможное решение

1. По условию задачи сопротивлением амперметра можно пренебречь, а сопротивление вольтметра бесконечно велико. При перемещении движка вправо сопротивление реостата  $R_2$  увеличивается, что ведёт к увеличению сопротивления  $R$  всей внешней цепи: 
$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}.$$
2. В соответствии с законом Ома для полной цепи сила тока через амперметр уменьшается:  $I = \frac{\mathcal{E}}{r + R}$  (знаменатель дроби растёт, а числитель остаётся неизменным). Напряжение, измеряемое вольтметром, при этом растёт:  $U = IR = \mathcal{E} - Ir.$
3. Ответ: напряжение, измеренное вольтметром, растёт, а сила тока через амперметр уменьшается

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>изменение показаний приборов, п. 3</i> ) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>закон Ома для полной цепи и для участка цепи, параллельное соединение проводников</i> )	3

Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеется один или несколько из следующих недостатков.

2

В объяснении не указано или не использованы одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)

И (ИЛИ)

Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.

И (ИЛИ)

В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.

И (ИЛИ)

В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения

Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев.

Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.

ИЛИ

Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.

ИЛИ

Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки.

ИЛИ

Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла

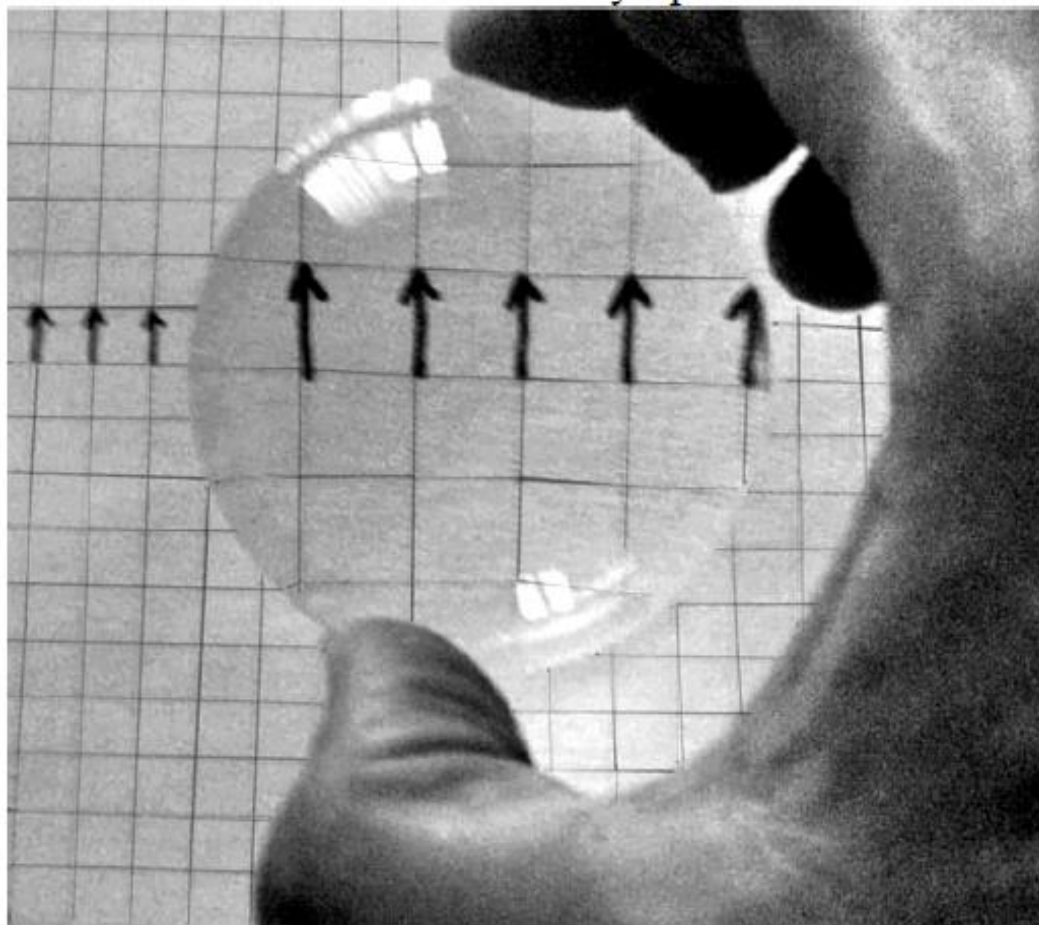
1

0



24

Линзу удерживают на расстоянии 3 см от тетрадного листа с клетками, на котором нарисованы направленные в одну сторону одинаковые стрелки. (На фотографии показано изображение стрелок, которое видит и глаз человека.) Укажите тип линзы (собирающая или рассеивающая) и вычислите, используя фотографию, фокусное расстояние этой линзы. Ответ объясните, опираясь на явления и законы оптики. Линзу при этом считать тонкой.





### Возможное решение

1. Согласно фотографии глаз видит прямое увеличенное изображение стрелок. Рассеивающая линза даёт всегда, если предмет действительный, мнимое уменьшенное изображение, а собирающая линза, в зависимости от расстояния до действительного предмета, может давать как действительное перевёрнутое изображение, так и мнимое прямое увеличенное изображение.

2. Линза является собирающей, так как только такая линза способна давать прямое увеличенное мнимое изображение.

3. По фотографии видно, что увеличение линзы равно 2.

По формуле для увеличения линзы

$$\Gamma = \frac{|f|}{|d|} = 2,$$

где  $d$  – расстояние от линзы до предмета (стрелочки), а  $f$  – расстояние от линзы до изображения.

4. Так как изображение мнимое, то  $f = -6$  см.

5. По формуле тонкой линзы вычислим фокусное расстояние  $F$  линзы:

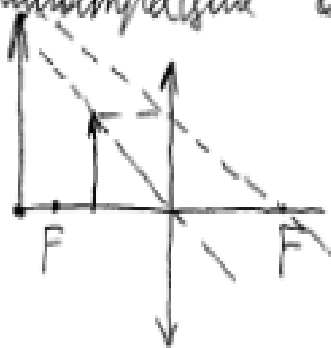
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}.$$

Отсюда получим, что  $F = 2d = 2 \cdot 3 = 6$  см.

6. Ответ: линза является собирающей. Фокусное расстояние линзы равно 6 см

№24) 1) В представленном опыте дана собирающая линза, т.к. падающие <sup>прямые</sup> изображения - увеличенное;

Иллюстрация опыта:



2) Из рисунка видно, что увеличительная способность линзы  $\Gamma = \frac{F}{d} = 2$ ,

где  $F$  - расстояние от изображения до линзы, а  $d$  - расстояние от предмета до линзы; найдем

$$2 = \frac{F}{3} ; F = 6 \text{ (см)}$$

3) Используем формулу тонкой линзы для комбинации "F"

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f} ; \frac{1}{F} = \frac{1}{3} - \frac{1}{6} ; F = \frac{6 \cdot 3}{9} = \frac{18}{9} = 2 \text{ (см)}$$

Ответ:  $F = 2 \text{ см}$

№№ 22, 23 (были 25, 26)  
(расчетные задачи на 2 балла)

---

Обобщенная схема оценивания строится на основании четырех элементов решения:

- *Исходные формулы и законы (кодификатор);*
- *Обозначения физических величин (рисунок);*
- *Математические преобразования и расчеты;*
- *Правильный числовой ответ, размерность.*

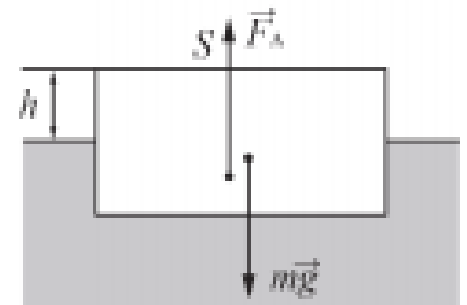


# Обобщенная схема оценивания заданий 22,23

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>перечисляются законы и формулы</i>)<sup>1</sup>;</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов)<sup>2</sup>;</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	2
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	1

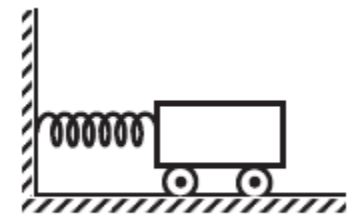


Плоская льдина плавает в воде, выступая над её поверхностью на  $h = 0,04$  м. Определите массу льдины, если площадь её поверхности  $S = 2500$  см<sup>2</sup>. Плотность льда равна 900 кг/м<sup>3</sup>.



Приведено полное решение, включающее следующие элементы:  
 1) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: равенство модулей силы тяжести и силы Архимеда, выражение для силы Архимеда, связь массы тела с плотностью);

Тележка массой 2 кг, прикрепленная к горизонтальной пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает свободные гармонические колебания (см. рисунок). Амплитуда колебаний тележки равна 0,1 м. Какова максимальная скорость тележки? Массой колёс можно пренебречь.



$$v_{max} = \omega A,$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{\nu}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\frac{kA^2}{2} = \frac{mV^2}{2}$$

Груз массой 200 г подвешен на пружине жёсткостью 100 Н/м к потолку лифта. Лифт равноускоренно движется вниз, набирая скорость. Каково ускорение лифта, если удлинение пружины постоянно и равно 1,5 см?

Дано:

$$m_{\text{груз}} = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$$

$k$  - жёсткость пружины

$$k = 100 \text{ Н/м}$$

$\Delta x$  - удлинение пружины,  $\Delta x = 1,5 \text{ см} = 0,015 \text{ м}$

лифт равноускоренно движется вниз

$a$  - ускорение лифта

$a \rightarrow ?$

Закон Гука:  $F_{\text{упр}} = k \Delta x$

Если удлинение пружины постоянно, то  $k \Delta x = m(g - a)$  II закон Ньютона

$$g - a = \frac{k \Delta x}{m}; \quad a = g - \frac{k \Delta x}{m}$$

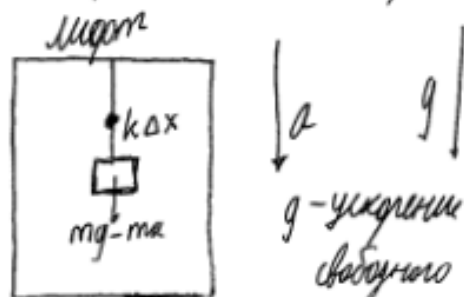
$$a = 10 - \frac{100 \cdot 0,015}{0,2} = 2,5 \text{ м/с}^2$$

Ответ:  $a = 2,5 \text{ м/с}^2$

Задача N25

Решение:

$$F_{\text{упр}} = F_{\text{тяж}} - F_{\text{инерц.}}$$



Из-за движения лифта с ускорением  $a$ , на тело действует сила  $ma$ , направленная противоположно ускорению лифта. (сила инерции)

~~Вывод:~~

## №№ 24, 25 (были 27-29) (расчетные задачи)

---

Обобщенная схема оценивания строится на основании четырех (пяти) элементах решения:

- *Исходные формулы и законы (кодификатор);*
- *Обозначения физических величин (рисунок);*
- *Рисунок с указанием сил (если требуется);*
- *Математические преобразования и расчеты;*
- *Правильный числовой ответ, размерность.*



В комнате при  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  относительная влажность воздуха составляет 40%. При умеренной физической нагрузке через лёгкие человека проходит 15 л воздуха за 1 мин. Выдыхаемый воздух имеет температуру  $34\text{ }^{\circ}\text{C}$  и относительную влажность 100%. Давление насыщенного водяного пара при  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  равно 2,34 кПа, а при  $34\text{ }^{\circ}\text{C}$  – 5,32 кПа. Какую массу воды теряет тело человека за 1 ч за счёт дыхания? Считать, что объём выдыхаемого воздуха равен объёму, который проходит через лёгкие человека. Влажность воздуха в комнате считать неизменной.

Для полного правильного решения у участника должны быть записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (*в данном случае: уравнение Менделеева-Клапейрона, **формула относительной влажности воздуха для двух случаев***), приведены математические преобразования и расчеты.

Характерной ошибкой при правильном использовании всех формул было использование в расчетах молярной массы воздуха вместо молярной массы воды. Иногда использовалась плотность воды вместо плотности водяных паров



### Возможное решение

1. Водяной пар в воздухе до момента конденсации является разреженным газом и описывается уравнением Менделеева – Клапейрона:  $pV = \frac{m}{M}RT$ , где

$p$  – парциальное давление пара,  $m$  – масса пара в рассматриваемом объёме  $V$ ,  $T$  – абсолютная температура, а  $M = 18 \cdot 10^{-3}$  кг/моль – молярная массы воды. При комнатной температуре  $T_1$  и парциальном давлении  $p_1$  в выделенном объёме  $V$  содержится  $m_1 = M \frac{p_1 V}{RT_1}$  водяного пара, а в выдыхаемом воздухе

при температуре  $T_2$  и парциальном давлении  $p_2$  содержится  $m_2 = M \frac{p_2 V}{RT_2}$ .

2. Масса испарённой воды в этом объёме:

$$m = m_2 - m_1 = M \frac{p_2 V}{RT_2} - M \frac{p_1 V}{RT_1} = \frac{MV}{R} \left( \frac{p_2}{T_2} - \frac{p_1}{T_1} \right).$$

При  $t_1 = 20^\circ\text{C}$  ( $T_1 = 273 + 20 = 293$  К) и относительной влажности 40% парциальное давление водяного пара  $p_1 = 0,4 p_{\text{н}1} = 0,4 \cdot 2,34 \cdot 10^3$  Па = 936 Па, а при  $t_2 = 34^\circ\text{C}$  ( $T_2 = 273 + 34 = 307$  К) и относительной влажности 100% парциальное давление водяного пара  $p_2 = p_{\text{н}2} = 5320$  Па.

Здесь  $p_{\text{н}1} = 2,34 \cdot 10^3$  Па – давление насыщенного водяного пара при  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ , а  $p_{\text{н}2} = 5320$  Па – давление насыщенного водяного пара при  $t_2 = 34^\circ\text{C}$ .

3. Через лёгкие за 1 мин. проходит 15 л воздуха, а за 1 ч – 900 л, т.е.  $V = 0,9$  м<sup>3</sup>. Подставляя значения физических величин, получим количество потерянной за час воды:

$$m = \frac{MV}{R} \left( \frac{p_2}{T_2} - \frac{p_1}{T_1} \right) = \frac{18 \cdot 10^{-3} \cdot 0,9}{8,31} \cdot \left( \frac{5320}{307} - \frac{936}{293} \right) \approx 27,6 \cdot 10^{-3} \text{ кг} = 27,6 \text{ г}.$$

Ответ:  $m \approx 27,6$  г

№ 27

$$T_1 = 20^\circ\text{C} = 293^\circ\text{K}$$

$$\varphi_1 = 40\%$$

$$T_2 = 34^\circ\text{C} = 307^\circ\text{K}$$

$$p_2 = 100\%$$

$$p_{H_1} = 2340 \text{ Pa}$$

$$p_{H_2} = 5320 \text{ Pa}$$

$$V(6) = 29 \frac{\text{л}}{\text{мин}}$$

$$\varphi_1 = \frac{p_1}{p_{H_1}} = 100\% = 40\%$$

$$\frac{p_1}{p_{H_1}} = 0,4$$

$$p_1 = 0,4 \cdot p_{H_1} = 0,4 \cdot 2340 \text{ Pa}$$

$$p_1 = 936 \text{ Pa}$$

Запишем г-е Менделеева-Клапейрона

$$p_1 \cdot V = \nu R T_1$$

$$p_1 V = \frac{m_1}{M} R T_1$$

$$m_1 = \frac{p_1 V \cdot M}{R T_1} = \frac{936 \cdot 0,015 \text{ м}^3 \cdot 29}{8,31 \cdot 293^\circ\text{K}} =$$

$$m_1 \approx \frac{407,16}{2434,83} \approx 0,18$$

$$\varphi_2 = \frac{p_2}{p_{H_2}} = 100\% = 100\% \Rightarrow p_2 = p_{H_2} = 5320 \text{ Pa}$$

Г-е Менделеева-Клапейрона (водит. пар - ч.г)

$$p_2 V = \frac{m_2}{M} R T_2$$

$$m_2 = \frac{p_2 V \cdot M}{R T_2} = \frac{5320 \text{ Pa} \cdot 0,015 \text{ м}^3 \cdot 29}{8,31 \cdot 307} \approx \frac{2314,2}{2551,17}$$

$$m_2 \approx 0,91$$

$$\Delta m (\text{за 1 мин}) = m_2 - m_1 = 0,73 \text{ гр.}$$

$$\text{Значит за 20 с } \Delta m = 0,73 \cdot 60 = 43,8 \text{ гр}$$

$$\text{Ответ: } 43,8 \text{ гр.}$$

## Комментарии к обобщённой системе оценивания расчетных задач

---

Решение учащегося **может иметь логику, отличную от авторской логики** решения (альтернативное решение). В этом случае эксперт оценивает возможность решения конкретной задачи тем способом, который выбрал учащийся. Если ход решения учащегося допустим, то *эксперт оценивает полноту и правильность этого решения на основании того списка основных законов, формул или утверждений, которые соответствуют выбранному способу решения.*



---

В качестве исходных формул принимаются только те, которые указаны в кодификаторе. При этом форма записи формулы значения не имеет (например:  $Q = cm\Delta T$  ,  $c = \frac{Q}{m\Delta T}$  и т.п.). Если же учащийся использовал в качестве исходной формулы ту, которая не указана в кодификаторе, то работа оценивается исходя из отсутствия одной из необходимых для решения формул. (Например, учащийся может в качестве исходной использовать формулу для изменения внутренней энергии одноатомного идеального газа  $\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T$  , поскольку она есть в кодификаторе. Однако, формулу для количества теплоты , полученного газом в изобарном процессе  $Q = \frac{5}{2}p\Delta V$  , в качестве исходной использовать нельзя (отсутствует в кодификаторе). В этом случае даже такая работа оценивается по критерию отсутствия одной из основополагающих формул и оценивается в 1 балл, даже при наличии верного числового ответа.

---





3. Если учащийся использовал в качестве исходной формулы ту, **которая не указана в кодификаторе**, то работа оценивается исходя из отсутствия одной из необходимых для решения формул (1 балл).

2.1.9	Уравнение $p = nkT$
2.1.10	<p>Модель идеального газа в термодинамике:</p> <p>{ Уравнение Менделеева-Клапейрона</p> <p>{ Выражение для внутренней энергии</p> <p>Уравнение Менделеева-Клапейрона (применимые формы записи):</p> $pV = \frac{m}{\mu} RT = \nu RT = NkT, \quad p = \frac{\rho RT}{\mu}.$ <p>Выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа (применимые формы записи):</p> $U = \frac{3}{2} \nu RT = \frac{3}{2} NkT = \frac{3}{2} \frac{m}{\mu} RT = \nu c_v T$
2.1.11	<p>Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов:</p> $p = p_1 + p_2 + \dots$
2.2.6	<p>Элементарная работа в термодинамике <math>A = p\Delta V</math>.</p> <p>Вычисление работы по графику процесса на <math>pV</math>-диаграмме</p>
2.2.7	<p>Первый закон термодинамики:</p> $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = (U_2 - U_1) + A_{12}$

~~$$Q = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$$~~

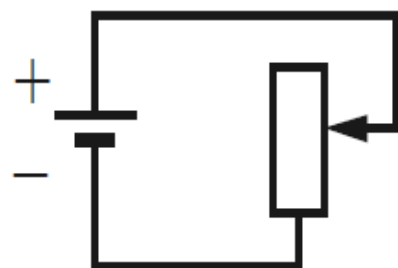
$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$A = p \Delta V$$

$$pV = \nu RT$$

$$Q = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + \nu R \Delta T = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$$

Батарея ЭДС соединена с реостатом так, как показано на рисунке. Какова ЭДС батареи, если при силе тока в цепи  $I_1 = 1 \text{ А}$  выделяемая на реостате мощность  $N_1 = 4 \text{ Вт}$ , а при силе тока  $I_2 = 5 \text{ А}$  выделяемая на реостате мощность  $N_2 = 10 \text{ Вт}$ ?



### Возможное решение

1. Закон Ома для полной цепи в первом и во втором случаях:

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + r}, \quad (1)$$

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R_2 + r}. \quad (2)$$

2. Соответствующая им мощность, выделяющаяся во внешней цепи:

$$N_1 = I_1^2 R_1, \quad (3)$$

$$N_2 = I_2^2 R_2. \quad (4)$$

3. Решая систему уравнений (1)–(4), получаем:

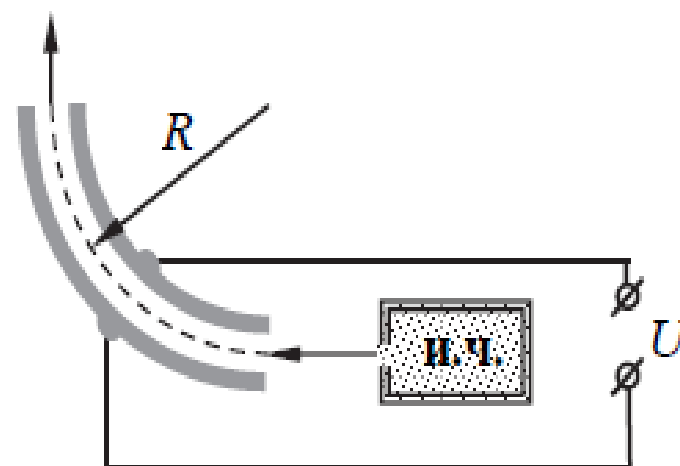
$$\mathcal{E} = \frac{I_1 I_2}{I_2 - I_1} \left( \frac{N_1}{I_1^2} - \frac{N_2}{I_2^2} \right) = \frac{1 \cdot 5}{5 - 1} \left( \frac{4}{1} - \frac{10}{25} \right) = 4,5 \text{ В}.$$

Ответ:  $\mathcal{E} = 4,5 \text{ В}$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон Ома для полной цепи и формула мощности электрического тока</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) <u>представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями)</u>;</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3



На рисунке показана схема устройства для предварительного отбора заряженных частиц, вылетающих из источника частиц (и.ч.), для последующего детального исследования. Устройство представляет собой конденсатор, пластины которого изогнуты дугой радиусом  $R$ . При первоначальном напряжении  $U$



в промежутке между обкладками конденсатора, не касаясь их, пролетают молекулы интересующего исследователей вещества, потерявшие один электрон. Во сколько раз нужно изменить напряжение на обкладках конденсатора, чтобы сквозь него могли пролетать такие же, но дважды ионизированные молекулы (потерявшие два электрона), имеющие такую же скорость? Считать, что расстояние между пластинами мало, напряжённость электрического поля в конденсаторе всюду одинакова по модулю, а вне конденсатора электрическое поле отсутствует. Влиянием силы тяжести пренебречь.

### Возможное решение

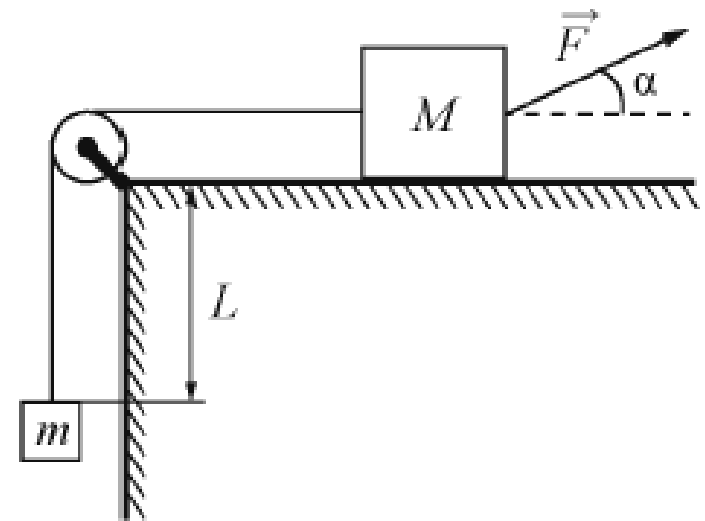
Центростремительное ускорение иона в конденсаторе  $a = \frac{v^2}{R}$  определяется силой  $F = qE$ , действующей со стороны электрического поля. По второму закону Ньютона  $qE = m \frac{v^2}{R}$ , где  $q$ ,  $m$  и  $v$  – соответственно заряд, масса и скорость иона,  $E$  – напряжённость электрического поля. Отсюда:  $R = m \frac{v^2}{qE}$ .

Если заряд иона  $q$  увеличивается в 2 раза, то для сохранения прежнего значения радиуса траектории при прежней скорости напряжённость поля нужно уменьшить в 2 раза. Поскольку напряжённость электрического поля  $E$  прямо пропорциональна напряжению между обкладками конденсатора:  $U = Ed$  ( $d$  – расстояние между обкладками конденсатора), то напряжение  $U$  нужно уменьшить в 2 раза.

Ответ: уменьшить в 2 раза



На горизонтальном столе находится брусок массой  $M = 1$  кг, соединённый невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок, с грузом массой  $m = 500$  г. На брусок действует сила  $\vec{F}$ , направленная под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту (см. рисунок),  $F = 9$  Н. В момент начала движения груз находился на расстоянии

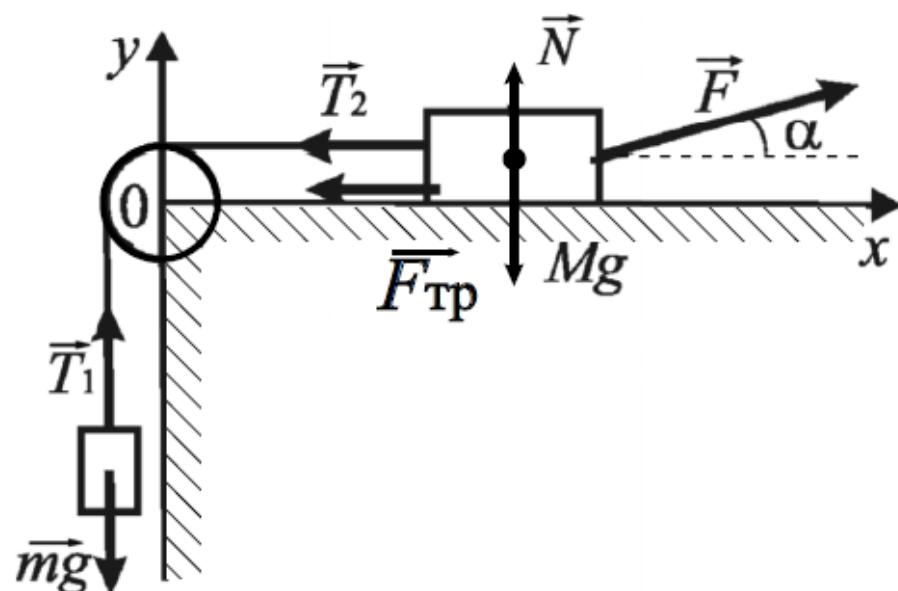


$L = 32$  см от края стола. Какую скорость  $V$  будет иметь груз в тот момент, когда он поднимется до края стола, если коэффициент трения между бруском и столом  $\mu = 0,3$ ? Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на брусок и груз. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.



## Обоснование

1. Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной со столом. При нахождении ускорений тел будем применять второй закон Ньютона, сформулированный для материальных точек, поскольку тела движутся поступательно. Трением в оси блока и о воздух пренебрежём; блок будем считать невесомым.



На рисунке показаны силы, действующие на брусок и груз.

2. Так как нить нерастяжима, ускорения бруска и груза равны по модулю:

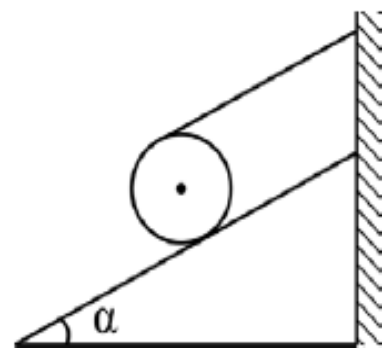
$$|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = a. \quad (1)$$

3. Так как блок и нить невесомы и трения в блоке нет, то силы натяжения нити, действующие на груз и брусок, одинаковы по модулю:

$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T. \quad (2)$$



Цилиндр массой  $m = 1$  кг и радиусом  $R = 20$  см, на который намотана нерастяжимая невесомая нить, положили на наклонную плоскость, а конец нити прикрепили к вертикальной стенке. Нить не скользит по цилиндру, параллельна наклонной плоскости и перпендикулярна оси цилиндра (см. рисунок).



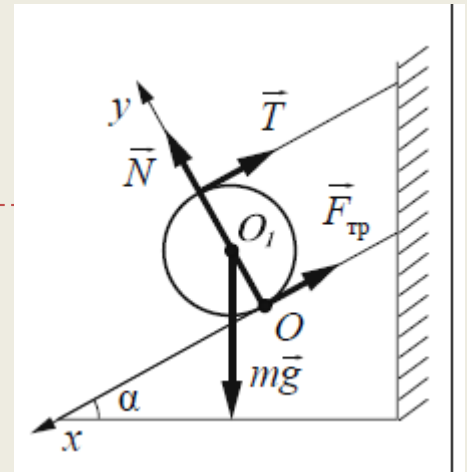
Коэффициент трения между цилиндром и плоскостью  $\mu = 0,5$ . При каком максимальном угле наклона плоскости к горизонту  $\alpha$  цилиндр будет находиться в равновесии? Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на цилиндр.

Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.

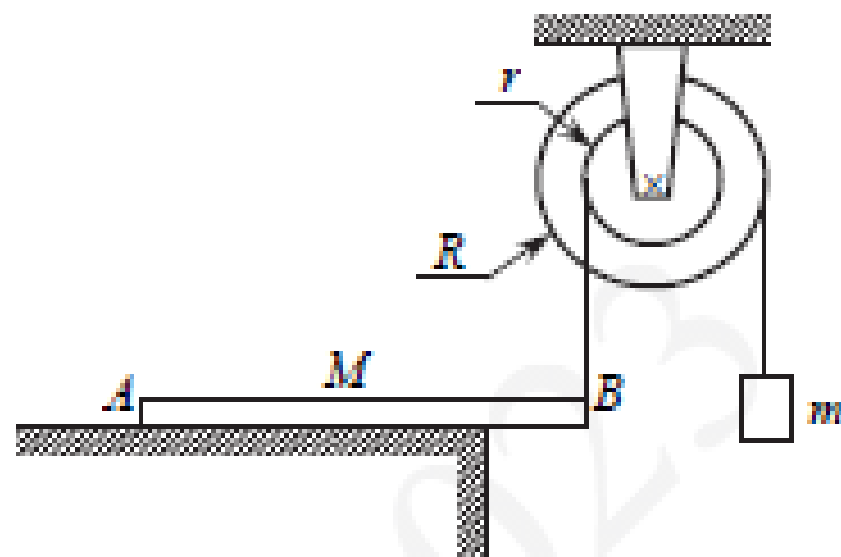




- ▶ В обосновании требовалось указать четыре
- ▶ утверждения:
- ▶ 1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта,
- ▶ связанной с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).
- ▶ 2. Описываем цилиндр моделью твёрдого тела (форма и размеры тела неизменны, расстояние между любыми двумя точками тела остаётся неизменным).
- ▶ 3. Поскольку тело не движется поступательно, то векторная сумма сил, действующих на тело, равна нулю.
- ▶ 4. Поскольку тело не вращается, то алгебраическая сумма моментов сил относительно оси, проходящей перпендикулярно рисунку через центр, равна нулю.



Однородный брусок  $AB$  массой  $M$  постоянного прямоугольного сечения лежит на гладкой горизонтальной поверхности стола, свешиваясь с него менее чем наполовину (см. рисунок). К правому концу бруска прикреплена лёгкая нерастяжимая нить. Другой конец нити закреплён на меньшем из двух дисков идеального составного блока. На большем диске этого блока закреплена другая лёгкая нерастяжимая нить, на которой висит груз массой  $m = 1$  кг. Диски скреплены друг с другом, образуя единое целое.  $R = 10$  см,  $r = 5$  см. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на брусок  $M$ , блок и груз  $m$ . Найдите минимальное значение  $M$ , при котором система тел остаётся неподвижной.



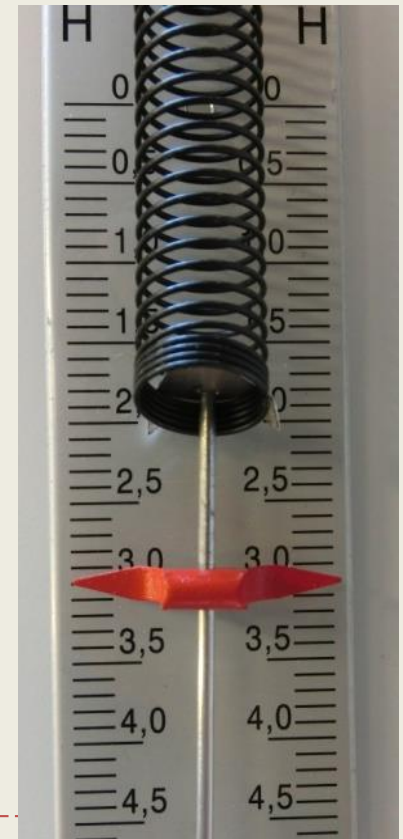
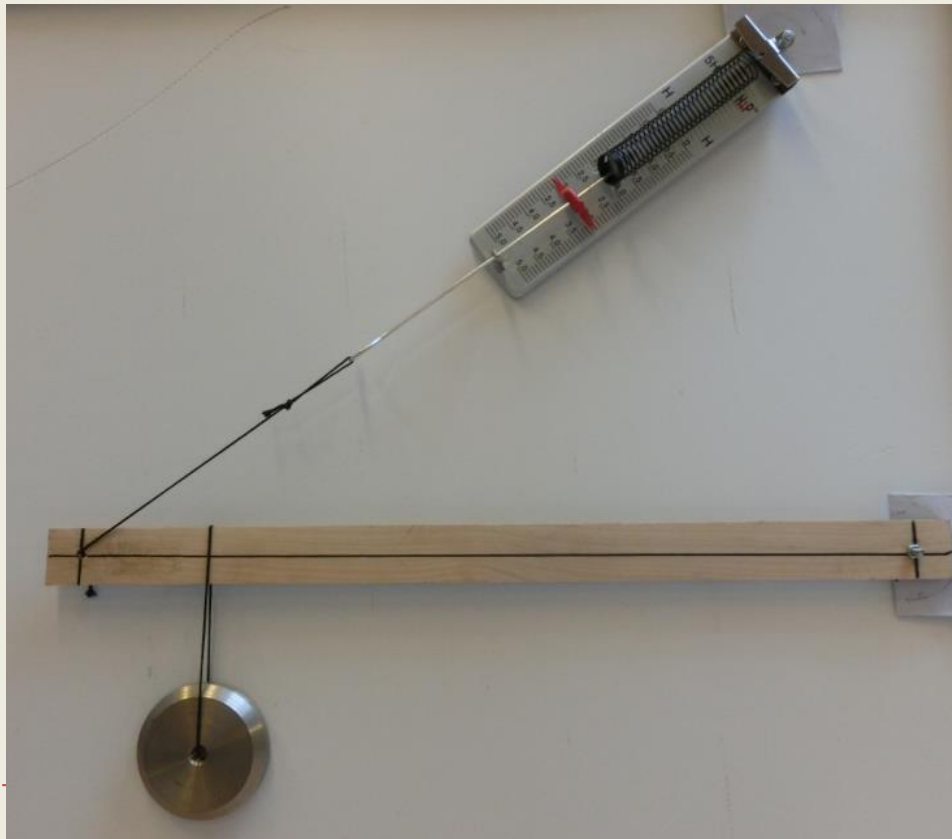
Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.



## Обоснование

1. Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной (ИСО).
2. Брусек перед отрывом его правого края от поверхности стола будем считать твёрдым телом с осью вращения, проходящей перпендикулярно плоскости рисунка через точку  $A$ . Условие равновесия относительно вращения твёрдого тела на оси – равенство нулю суммы моментов сил, приложенных к телу, относительно этой оси.
3. Нити нерастяжимы, поэтому, если покоится брусок, то покоятся и все остальные тела системы.
4. Нити лёгкие, поэтому величина силы натяжения каждой нити в любой её точке одна и та же. В том числе:  $T_1 = T_3$ ,  $T_2 = T_4$  (см. рисунок в решении).
5. Блок идеальный (трения в осях нет, масса блока пренебрежимо мала). Поэтому условие равновесия блока – равенство нулю суммы моментов сил натяжения нитей относительно оси блока.
6. Груз может двигаться только поступательно вдоль вертикальной оси  $Oy$ , лежащей в плоскости рисунка. Поэтому для груза используем модель материальной точки и применим второй закон Ньютона. Вследствие этого условие равновесия – сумма приложенных к грузу сил равна нулю.

Задание: На рисунке показана модель кронштейна. Определите силу тяжести стального диска и модуль силы реакции в оси кронштейна, измерив необходимые величины линейкой и транспортиром. Массой линейки можно пренебречь.



## Вспоминаем (2020 г, 2017 г.)

Два небольших шара массами  $m_1 = 0,2$  кг и  $m_2 = 0,3$  кг закреплены на концах невесомого стержня  $AB$ , расположенного горизонтально на опорах  $C$  и  $D$  (см. рисунок). Расстояние между опорами  $l = 0,6$  м, а расстояние  $AC$  равно  $0,2$  м. Чему равна длина стержня  $L$ , если сила давления стержня на опору  $D$  в 2 раза больше, чем на опору  $C$ ? Сделайте рисунок с указанием внешних сил, действующих на систему тел «стержень – шары».





Успехов в подготовке к экзамену!!

**У вас все получится!!**

