Полусеместровая контрольная работа 25.10.2021, гр. 2-929: Вариант 1

Студент	Часть 1				Σ_1	Часть 2			Σ
	1	2	3	4		А	Б	В	

Часть 1

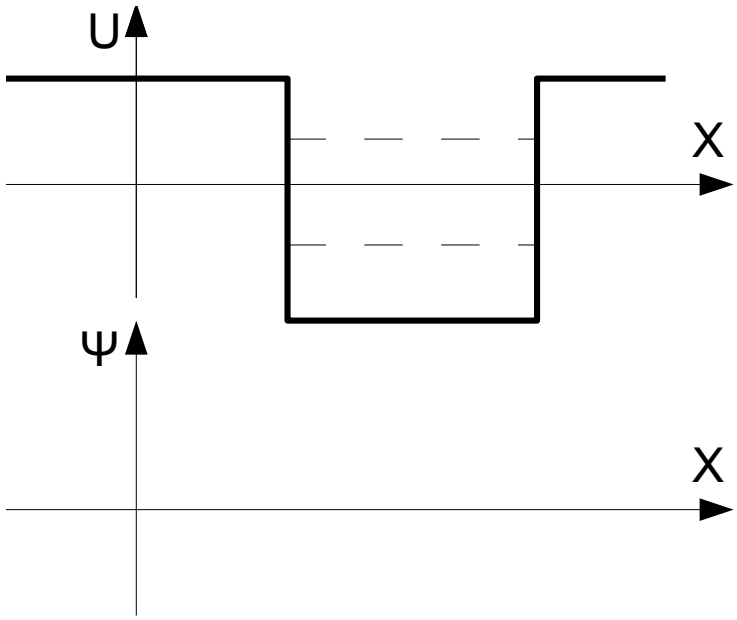
Четыре простых вопроса, один балл за вопрос. Выполняется без литературы. Ответ краткий: написать формулу, нарисовать схематический рисунок.

1. Типичная величина работы выхода в металле равна _____

2. Возможные значения энергии стационарных состояний водородоподобного атома равны (формула, массу ядра не учитывать): _____

3. Какие значения полного момента атома возможны для терма с полным орбитальным моментом L=3 и полным спином S=3/2: _____

4. Схематически изобразить график волновой функции второго энергетического уровня для частицы в одномерной потенциальной яме, показанной на рисунке. Нумерация энергетических уровней выбрана так, что основное состояние имеет номер N=1; считать, что параметры ямы заведомо подобраны так, что уровень с заданным номером соответствует локализованному состоянию. Энергии нескольких первых стационарных состояний показаны пунктиром.



Студент	Вариант 1

Часть 2

три задачи, разбалловка указана, решаются с использованием литературы

Задача А (2 балла)

Электрон с энергией 5 эВ подлетает к барьеру высотой 3 эВ и шириной 1 нм. Считая задачу одномерной, определить вероятность прохождения барьера.

Задача Б (2 балла)

Оценить, при какой температуре в разреженной водород-дейтериевой плазме перестанут различаться красные линии сери Бальмера.

Задача В (3 балла)

Максимум спектральной интенсивности Солнца ($T=5500\,K$) приходится на зелёную часть спектра ($\lambda_0 \approx 530\,нм$).

Оценить, как изменится равновесная температура чёрного тела летающего примерно на орбите Земли (поток солнечной радиации $j_0 = 1400\,Вт/м^2$), если покрасить его зелёной краской. В качестве ответа принимаются и абсолютные, и относительные значения изменения температуры.

Считать, что зелёная краска отражает всё излучение в полосе $\pm 5\,нм$ от λ_0 и не меняем поглощающую способность в других частях спектра.

Физическая подсказка: спектральная плотность излучения АЧТ $\rho(\lambda) \propto \frac{1}{\lambda^5} \times \frac{1}{e^{4.97\lambda_{max}/\lambda} - 1}$,

где λ_{max} – длина волны в максимуме спектральной плотности.

Математическая подсказка: $\int_0^\infty \frac{1}{x^5} \frac{1}{e^{(1/x)} - 1} dx = \frac{\pi^4}{15}$.

Полусеместровая контрольная работа 25.10.2021, гр. 2-929: Вариант 2

Студент	Часть 1				Σ_1	Часть 2			Σ
	1	2	3	4		А	Б	В	

Часть 1

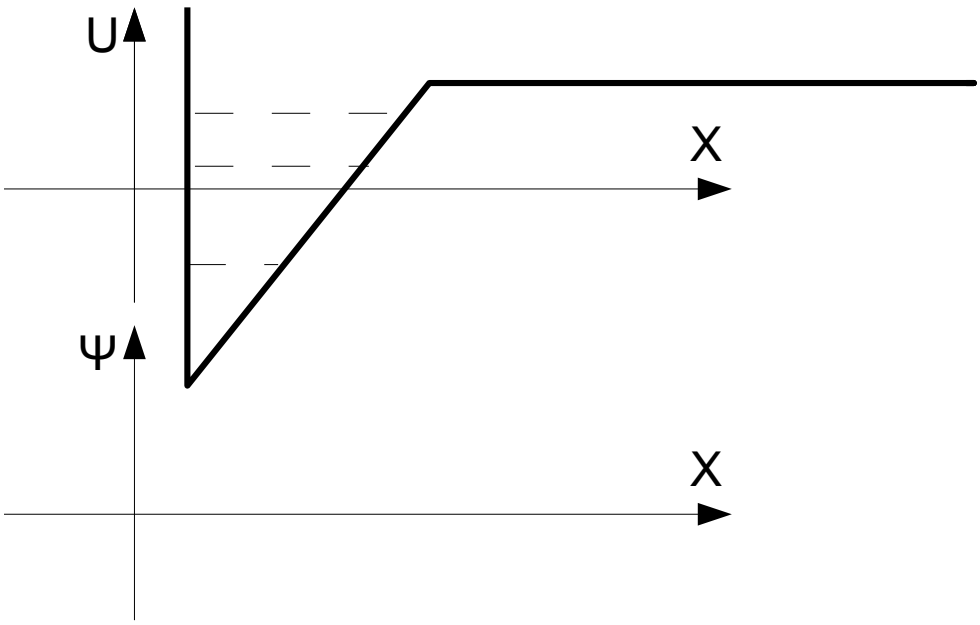
Четыре простых вопроса, один балл за вопрос. Выполняется без литературы. Ответ краткий: написать формулу, нарисовать схематический рисунок.

1. Типичная энергия фотона видимой части спектра равна (в эВ): _____

2. Возможные значения энергии стационарных состояний одномерного гармонического осциллятора: _____

3. Какие значения полного момента возможны для атома с полным орбитальным моментом L=1 и полным спином S=3/2: _____

4. Схематически изобразить график волновой функции третьего энергетического уровня для частицы в одномерной потенциальной яме, показанной на рисунке (на левой границе потенциал бесконечен). Нумерация энергетических уровней выбрана так, что основное состояние имеет номер N=1; считать, что параметры ямы заведомо подобраны так, что уровень с заданным номером соответствует локализованному состоянию. Энергии нескольких первых стационарных состояний показаны пунктиром.



Студент	Вариант 2

Часть 2

три задачи, разбалловка указана, решаются с использованием литературы

Задача А (2 балла)

Электрон с энергией 5 эВ подлетает к яме глубиной 3 эВ и шириной 1 нм. Считая задачу одномерной, определить вероятность отражения от ямы.

Задача Б (2 балла)

Частота собственных колебаний молекулы кислорода равна 1556 см$^{-1}$ (1 см$^{-1}$=30 ГГц). Каков относительный вклад колебательной степени свободы в молярную теплоёмкость молекулярного кислорода при комнатной температуре $\frac{C_{кол}^{(\mu)}}{5/2\,R}$.

Задача В (3 балла)

Характеристическое излучение меди (K-α линия) используется в лабораториях как один из источников монохроматического рентгеновского излучения в рентгеноструктутрном анализе: медный катод бомбардируется электронами, выбивающими внутренние электроны меди, и при переходах внешних электронов на освободившиеся места избыток энергии выделяется в виде рентгеновского фотона.

Бомбардируемый электронами катод охлаждается проточной водой поддерживается при температуре 350К.

Определить, будет ли в спектре характеристического излучения разрешаться расщепление K-α линии, связанное с присутствием в используемой в катоде лампы природной меди двух изотопов с массами 63 и 65.

Указание: тонкую структуру K-α линии не учитывать, для оценки можно пренебречь экранированием ядра для двух первых внутренних оболочек.

Полусеместровая контрольная работа 25.10.2021, гр. 2-929: Вариант 3

Студент	Часть 1				Σ_1	Часть 2			Σ
	1	2	3	4		А	Б	В	

Часть 1

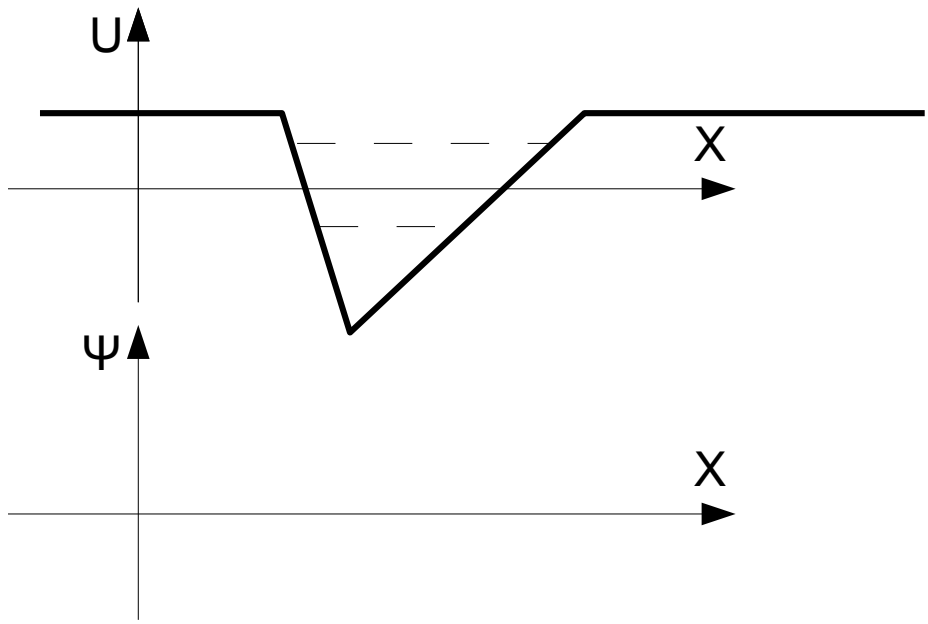
Четыре простых вопроса, один балл за вопрос. Выполняется без литературы. Ответ краткий: написать формулу, нарисовать схематический рисунок.

1. Энергия ионизации атома водорода равна (в эВ)_____

2. Возможные значения энергии в потенциальной яме с бесконечными стенвами: _____

3. Какие значения полного момента возможны для атома с полным орбитальным моментом L=1 и полным спином S=1: _____

4. Схематически изобразить график волновой функции первого энергетического уровня для частицы в одномерной потенциальной яме, показанной на рисунке. Нумерация энергетических уровней выбрана так, что основное состояние имеет номер N=1; считать, что параметры ямы заведомо подобраны так, что уровень с заданным номером соответствует локализованному состоянию. Энергии нескольких первых стационарных состояний показаны пунктиром.



Студент	Вариант 3

Часть 2

три задачи, разбалловка указана, решаются с использованием литературы

Задача А (2 балла)

Восемь электронов поймано в трёхмерном кубическом «нано-коробке» со стороной a=1 нм. Считая, что стенки «нано-коробка» непреодолимы для электрона, и пренебрегая взаимодействием электронов друг с другом, определить как изменится полная суммарная энергия пойманных электронов при сжатии «нано-коробка» в два раза вдоль одной из сторон куба.

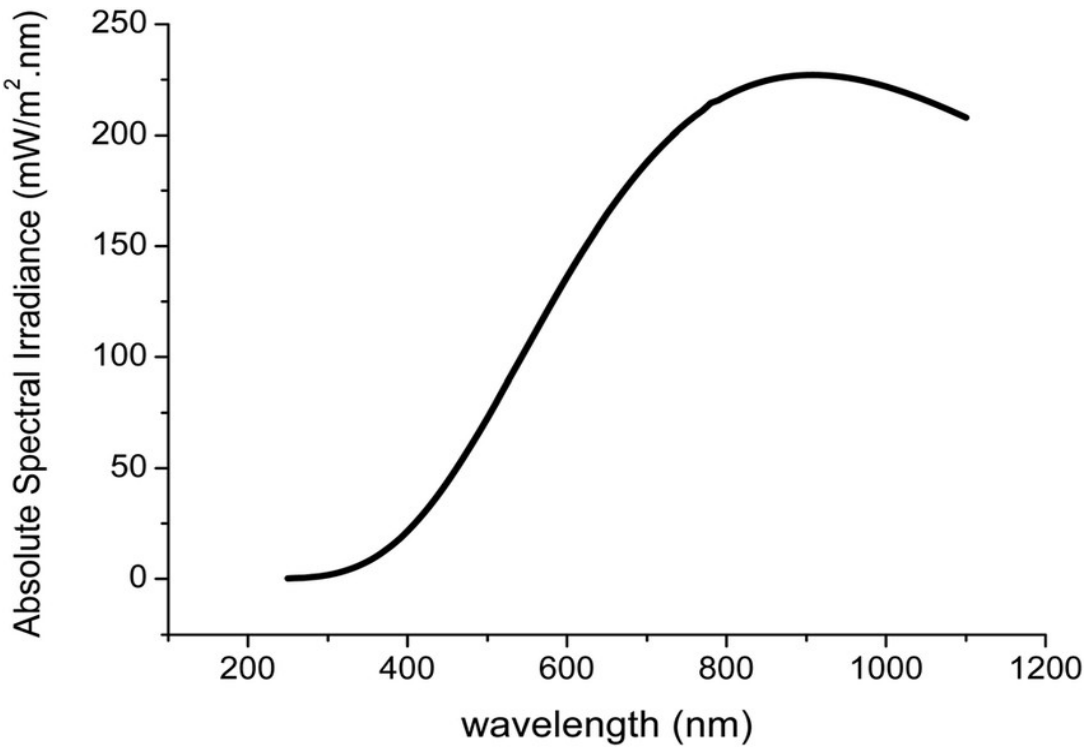
Задача Б (2 балла)

Частоты собственных колебаний для молекул хлорводорода HCl и фторводорода HF равны 2886 см$^{-1}$ и 3961 см$^{-1}$ (1 см$^{-1}$=30 ГГц). Найти отношение амплитуд нулевых колебаний в этих молекулах.

Задача В (3 балла)

Диаметр провода в лампе накаливания составляет 40 мкм, лампа потребляет электрическую мощность 40 Вт.. Зависимость спектральной плотности излучения лампы от длины волны показана на рисунке.

Оценить длину нити в лампе, считая её абсолютно чёрным телом.



Полусеместровая контрольная работа 25.10.2021, гр. 2-929: Вариант 4

Студент	Часть 1				Σ_1	Часть 2			Σ
	1	2	3	4		А	Б	В	

Часть 1

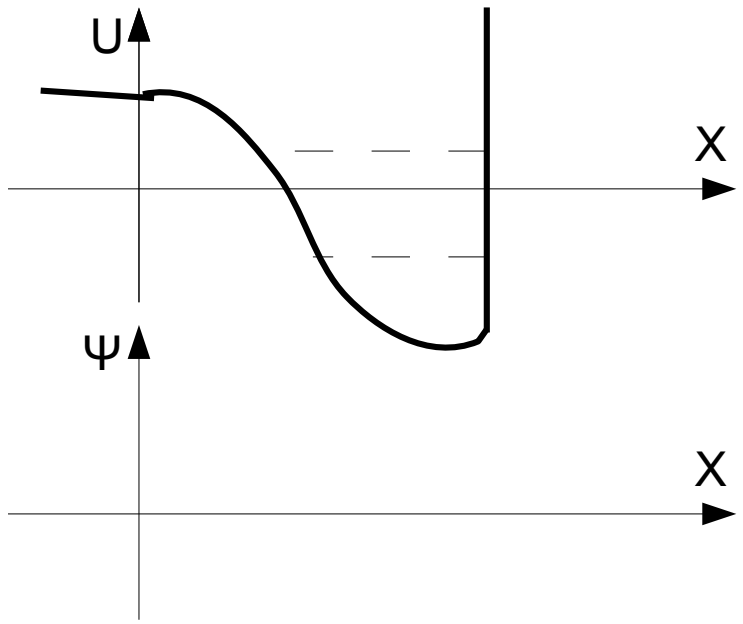
Четыре простых вопроса, один балл за вопрос. Выполняется без литературы. Ответ краткий: написать формулу, нарисовать схематический рисунок.

1. Типичный размер атома равен _____

2. Возможные значения энергии вращательного движения для шара с моментом инерции I : _____

3. Какие значения полного момента возможны для атома с полным орбитальным моментом L=2 и полным спином S=1/2: _____

4. Схематически изобразить график волновой функции первого энергетического уровня для частицы в одномерной потенциальной яме, показанной на рисунке (на правой границе потенциал обращается в бесконечность. Нумерация энергетических уровней выбрана так, что основное состояние имеет номер N=1; считать, что параметры ямы заведомо подобраны так, что уровень с заданным номером соответствует локализованному состоянию. Энергии нескольких первых стационарных состояний показаны пунктиром.



Студент	Вариант 4

Часть 2

три задачи, разбалловка указана, решаются с использованием литературы

Задача А (2 балла)

Электрон с энергией 3 эВ подлетает к барьеру высотой 3 эВ и шириной 1 нм. Считая задачу одномерной, определить вероятность прохождения барьера.

Задача Б (2 балла)

Тонкая фольга из тугоплавкого металла нагрета практически до температры плавления (T=2000 K). Одна сторона фольги зеркальная, другая зачернена. Оценить при какой толщине фольги такая нагретая фольга может левитировать за счёт теплового излучения? Возможен ли в принципе такой эффект левитации. Для оценки принять плотность фольги $\rho = 10\, г/см^3$.

Задача В (3 балла)

В экспериментах 1930-х годов по определению магнитного момента протона использовался метод Штерна-Герлаха. В одном из опытов пучок молекул параводорода при разных температурах пропускался через зазор магнита с градиентом поля $\frac{dB}{dx} = 2 \cdot 10^5\, Гс/см$, длина области градиента поля составляла $l = 10\, см$, измерялось отклонение пучка после магнита (параметры эксперимента по Л.Фракаш, УФН, 1935).

При температуре водорода $T = 90\, K$ отклонения пучка не наблюдалось. При температуре $T = 300\, K$ наблюдалось расщепление пучка на несколько компонент с максимальным отклонением пучка после магнита на 0.05 мм.

1. Пояснить причину возникновения такой зависимости от температуры.
2. На сколько компонент должен расщепиться пучок молекул параводорода при $T = 300\, K$?
3. Оценить по приведенным данным величину магнитного момента молекулы водорода (удобно выражать ответ в ядерных магнетонах). Связана ли она с орбитальным или спиновым движением частиц?