

601. Незбуджений атом водню поглинає квант випромінювання з довжиною хвилі $\lambda = 102,6$ нм. Обчислити, користуючись теорією Бора, радіус r електронної орбіти збудженого атома водню.

602. Обчислити за теорією Бора радіус r_2 другої стаціонарної орбіти і швидкість v_2 електрона на цій орбіті для атома водню.

603. Обчислити за теорією Бора період T обертання електрона в атомі водню, що перебуває у збудженому стані з головним квантовим числом $n = 2$.

604. Визначити зміну енергії ΔE електрона в атомі водню під час випромінювання атомом фотона з частотою $\nu = 6,28 \cdot 10^{14}$ Гц.

605. У скільки разів зміниться період T обертання електрона в атомі водню, якщо під час переходу в незбуджений стан атом випромінює фотон з довжиною хвилі $\lambda = 97,5$ нм?

606. На скільки змінилася кінетична енергія електрона в атомі водню під час випромінювання атомом фотона з довжиною хвилі $\lambda = 435$ нм ?

607. Чому повинна дорівнювати довжина хвиль λ монохроматичного світла, щоб під час збудження атомів водню квантами цього світла радіус r_n орбіти електрона збільшився в 16 разів?

608. У однозарядному іоні літію електрон перейшов із четвертого енергетичного рівня на другий. Визначити довжину хвилі λ випромінювання йону літію.

609. Електрон в атомі водню міститься на третьому енергетичному рівні. Визначити кінетичну T , потенціальну Π і повну E енергію електрона. Відповідь виразити в електрон-вольтах.

610. Фотон вибиває з атома водню, що перебуває в основному стані, електрон з кінетичною енергією $T = 10$ еВ. Визначити енергію ε фотона.

611. Обчислити найбільш ймовірну дебройлівську довжину хвилі λ молекул азоту, що містяться в повітрі кімнатної температури.

612. Визначити енергію ΔT , яку необхідно додатково надати електрону для того, щоб його дебройлівська довжина хвилі зменшилася від $\lambda_1 = 0,2$ мм до $\lambda_2 = 0,1$ нм.

613. На скільки відносно кімнатної повинна змінитися температура ідеального газу, щоб дебройлівська довжина хвилі λ його молекул зменшилася на 20%?

614. Паралельний пучок моноенергетичних електронів падає нормально на діафрагму у вигляді вузької прямокутної щілини, ширина якої $a = 0,06$ мм. Визначити швидкість цих електронів, якщо відомо, що на екрані, який відстоїть від щілини на відстані $l = 40$ мм, ширина центрального дифракційного максимуму $b = 10$ мкм.

615. За якої кінетичної енергії T електрона помилка у визначенні дебройлівської довжини хвилі λ за нерелятивістською формулою не перевищує 10%?

616. З катодної трубки на діафрагму з вузькою прямокутною щілиною нормально до площини діафрагми падає потік моноенергетичних електронів. Визначити анодну напругу трубки, якщо відомо, що на екрані, який розташований на відстані $l = 0,5$ м від щілини, ширина центрального дифракційного максимуму $\Delta x = 10,0$ мкм. Ширина щілини $b = 0,10$ мм.

617. Кінетична енергія протона $T = 1$ кеВ. Визначити додаткову енергію ΔT , яку необхідно йому надати для того, щоб довжина хвилі λ де Бройля зменшилася в три рази.

618. Визначити довжини хвиль де Бройля α -частинки і протона, що пройшли однакову прискорюючу різницю потенціалів $U = 1$ кВ.

619. Кінетична енергія електрона $T = 1,02$ МеВ. У скільки разів зміниться довжина хвилі де Бройля, якщо кінетична енергія T електрона зменшиться удвічі?

620. Кінетична енергія T електрона дорівнює подвоєному значенню його енергії спокою ($2m_0c^2$). Обчислити довжину хвилі λ де Бройля такого електрона.

621. Оцінити за допомогою співвідношення невизначеностей мінімальну кінетичну енергію електрона, що рухається усередині сфери радіусом $R = 0,05$ нм.

622. Використовуючи співвідношення невизначеностей, оцінити найменші похибки Δv у визначенні швидкості електрона і протона, якщо координати центра мас кожної із цих частинок можуть бути встановлені з невизначеністю 1 мкм.

623. Якою має бути кінетична енергія T протона в моноенергетичному пучку, що використовується для дослідження структури з лінійними розмірами $l \approx 10^{-13}$ см?

624. Використовуючи співвідношення невизначеностей, оцінити ширину l одномірного потенційного ящика, у якому мінімальна енергія електрона $E_{\min} = 10$ еВ.

625. Альфа-частинка міститься в нескінченно глибокому, одномірному, прямокутному потенційному ящику. Використовуючи співвідношення невизначеностей, оцінити ширину l ящика, якщо відомо, що мінімальна енергія α -частинки $E_{\min} = 8$ МеВ.

626. Середній час життя атома в збудженому стані становить $\Delta t \approx 10^{-8}$ с. Під час переходу атома в нормальний стан випромінюється фотон, середня довжина хвилі $\langle \lambda \rangle$ якого дорівнює 600 нм. Оцінити ширину $\Delta \lambda$ спектральної лінії, що випромінюється, якщо не відбувається її розширення за рахунок інших процесів.

627. Для наближеної оцінки мінімальної енергії електрона в атомі водню можна припустити, що невизначеність Δr радіуса r електронної орбіти і невизначеність Δp імпульсу p електрона на такій орбіті відповідно пов'язані в такий спосіб: $\Delta r \approx r$ і $\Delta p \approx p$. Використовуючи ці зв'язки, а також співвідношення невизначеностей, знайти значення радіуса електронної орбіти, що відповідає мінімальній енергії електрона в атомі водню.

628. Моноенергетичний пучок електронів висвічує в центрі екрана електронно-променевої трубки пляму радіусом $r \approx 10^{-3}$ см. Користуючись

співвідношенням невизначеностей, знайти, у скільки разів невизначеність Δx координати електрона на екрані в напрямку, перпендикулярному до осі трубки, менша від розміру r плями. Довжину L електронно-променевої трубки прийняти рівною 0,50 м, а напругу U , яка прискорює електрон, рівною 20 кВ.

629. Середній час життя Δt атома в збудженому стані становить близько 10^{-8} с. Під час переходу атома в нормальний стан випромінюється фотон, середня довжина хвилі $\langle \lambda \rangle$ якого дорівнює 400 нм. Оцінити відносну ширину $\Delta\lambda/\lambda$ спектральної лінії, що випромінюється, якщо не відбувається розширення лінії за рахунок інших процесів.

630. Для наближеної оцінки мінімальної енергії електрона в атомі водню можна припустити, що невизначеність Δr радіуса r електронної орбіти і невизначеність Δp імпульсу p електрона на такій орбіті відповідно пов'язані в такий спосіб: $\Delta r \approx r$ і $\Delta p \approx p$. Використовуючи ці зв'язки, а також співвідношення невизначеностей, визначити мінімальне значення кінетичної енергії T_{\min} електрона в атомі водню.

631. Частинка міститься в нескінченно глибокому, одномірному, прямокутному потенціальному ящику. Знайти відношення різниці $\Delta E_{n,n+1}$, сусідніх енергетичних рівнів до енергії E_n частинки в трьох випадках:

1) $n = 2$; 2) $n = 5$; 3) $n \gg 1$.

632. Електрон міститься в нескінченно глибокому, одномірному, прямокутному потенціальному ящику шириною $l = 0,1$ нм. Визначити в електрон-вольтах найменшу різницю енергетичних рівнів електрона.

633. Частинка в нескінченно глибокому, одномірному, прямокутному потенціальному ящику шириною l перебуває у збудженому стані ($n = 3$). Визначити, для яких значень x в інтервалі $0 < x < l$ густина ймовірності перебування частинки має максимальне і мінімальне значення.

634. У прямокутній потенціальній ямі шириною l з абсолютно непроникними стінками ($0 < x < l$) міститься частинка в основному стані. Знайти ймовірність w перебування цієї частинки в області $\frac{1}{4}l < x < \frac{3}{4}l$.

635. Частинка в нескінченно глибокому, одномірному, прямокутному потенціальному ящику перебуває в основному стані. Яка ймовірність w виявлення частинки в останній чверті ящика?

636. Хвильова функція, що описує рух електрона в основному стані атома водню, має вигляд $\psi(r) = A \exp(-r/a_0)$, де A - деяка стала; a_0 - перший борівський радіус. Знайти для основного стану атома водню найбільш ймовірну відстань електрона від ядра.

637. Частинка перебуває в основному стані в прямокутній ямі шириною l з абсолютно непроникними стінками. У скільки разів відрізняються ймовірності перебування частинки: w_1 - у останній третині і w_2 - у останній чверті ящика?

638. Хвильова функція, що описує рух електрона в основному стані атома водню, має вигляд $\psi(r) = A \exp(-r/a_0)$, де A - деяка стала; a_0 - перший борівський радіус. Знайти для основного стану атома водню середнє значення $\langle F \rangle$ кулонівської сили.

639. Електрон міститься в нескінченно глибокому, одномірному, прямокутному потенціальному ящику шириною l . Для яких значень x в інтервалі $0 < x < l$ густини ймовірності перебування електрона на другому і третьому енергетичних рівнях однакові? Обчислити густину ймовірності для цих значень. Розв'язок пояснити графіком.

640. Хвильова функція, що описує рух електрона в основному стані атома водню, має вигляд $\psi(r) = A \exp(-r/a_0)$, де A - деяка стала; a_0 - перший борівський радіус. Знайти для основного стану атома водню середнє значення $\langle \Pi \rangle$ потенціальної енергії.

641. Знайти період піврозпаду $T_{1/2}$ радіоактивного ізотопу, якщо його активність за час $t = 10$ діб зменшилася на 24% порівняно з початковою.

642. Визначити, яка доля радіоактивного ізотопу ${}^{225}_{89}\text{Ac}$ розпадається протягом часу $t = 6$ діб.

643. Активність A деякого ізотопу за час $t = 10$ діб зменшилася на 20%. Визначити період піврозпаду $T_{1/2}$ цього ізотопу.

644. Визначити масу m ізотопу ${}^{131}_{53}\text{I}$, що має активність $A = 37$ ГБк.

645. Знайти середню тривалість життя τ атома радіоактивного ізотопу кобальту ${}^{60}_{27}\text{Co}$.

646. Лічильник α -частинок, установлений поблизу радіоактивного ізотопу, під час першого вимірювання реєстрував $N_1 = 1400$ частинок в хвилину, а через час $t = 4$ год - тільки $N_2 = 400$. Визначити період піврозпаду $T_{1/2}$ ізотопу.

647. У скільки разів зменшиться активність ізотопу ${}^{32}_{15}\text{P}$ за час $t = 20$ діб?

648. На скільки відсотків зменшиться активність ізотопу іридію ${}^{192}_{77}\text{Ir}$ за час $t = 15$ діб?

649. Визначити число N ядер, що розпадаються протягом часу:

1) $t_1 = 1$ хв; 2) $t_2 = 5$ діб, - в радіоактивному ізотопі фосфору ${}^{32}_{15}\text{P}$ масою $m = 1$ мг.

650. З кожного мільйона атомів радіоактивного ізотопу щосекунди розпадається 200 атомів. Визначити період піврозпаду $T_{1/2}$ ізотопу.

651. Визначити кількість теплоти Q , що виділяється під час розпаду радону активністю $A = 3,7 \cdot 10^{10}$ Бк за час $t = 20$ хв. Кінетична енергія $T \approx$ частинки, що вилітає з радону, дорівнює 5,5 МеВ.

652. Маса $m = 1$ г урану ${}^{238}_{92}\text{U}$ у рівновазі з продуктами його розпаду виділяє потужність $P = 1,07 \cdot 10^{-7}$ Вт. Знайти молярну теплоту Q_m , що виділяється ураном за середній час життя $\frac{1}{106}$ його атомів.

653. Визначити енергію, необхідну для поділу ядра ${}^{20}\text{Ne}$ на дві α -частинки і ядро ${}^{12}\text{C}$. Енергії зв'язку на один нуклон у ядрах ${}^{20}\text{Ne}$, ${}^4\text{He}$ і ${}^{12}\text{C}$ рівні відповідно 8,03; 7,07 і 7,68 МеВ.

654. У одному акті поділу ядра урану ${}^{235}\text{U}$ звільняється енергія 200 МеВ. Визначити: 1) енергію, що виділяється під час розпаду всіх ядер цього ізотопу урану масою $m = 1$ кг; 2) масу кам'яного вугілля з питомою теплотою

згоряння $q = 29,3$ МДж/кг, еквівалентну в тепловому відношенні 1 кг урану U.

655. Потужність P двигуна атомного судна становить 15 МВт, його ККД дорівнює 30%. Визначити місячну витрату ядерного пального під час роботи цього двигуна, якщо в одному акті поділу ядра урану ^{235}U вивільнюється енергія 200 МеВ.

656. Вважаючи, що в одному акті поділу ядра урану ^{235}U вивільнюється енергія 200 МеВ, визначити масу m ізотопу, що розпався під час вибуху атомної бомби з тротиловим еквівалентом $30 \cdot 10^6$ кг, якщо тепловий еквівалент тротилу q дорівнює 4,19 МДж/кг.

657. Під час поділу ядра урану ^{235}U під дією сповільненого нейтрона утворилися уламки з масовими числами $M_1 = 90$ і $M_2 = 143$. Визначити число нейтронів, що вилетіли з ядра в даному акті поділу. Визначити енергію і швидкість кожного з уламків, якщо вони розлітаються у протилежні боки і їх сумарна кінетична енергія T дорівнює 160 МеВ.

658. Ядерна реакція $^{14}\text{N}(\alpha, p)^{17}\text{O}$ викликана α -частинкою, що мала кінетичну енергію $T_{\alpha} = 4,2$ МеВ. Визначити енергетичний ефект цієї реакції, якщо протон, що вилетів під кутом $\varphi = 60^\circ$ до напрямку руху α -частинки, отримав кінетичну енергію $T = 2$ МеВ.

659. Визначити енергетичні ефекти таких реакцій: $^7\text{Li}(p, n)^7\text{Be}$ і $^{16}\text{O}(d, \alpha)^{14}\text{N}$.

660. Визначити швидкості продуктів реакції $^{10}\text{B}(n, \alpha)^7\text{Li}$, яка відбувається в результаті взаємодії теплових нейтронів із нерухомими ядрами бора.

661. Визначити теплоту Q , необхідну для нагрівання кристала калію масою $m = 200$ г від температури $T_1 = 4$ К до температури $T_2 = 5$ К. Прийняти характеристичну температуру Дебая для калію $\theta_D = 100$ К и вважати умову $T \ll \theta_D$ виконаною.

662. Обчислити характеристичну температуру θ_D Дебая для заліза, якщо за температури $T = 20$ К молярна теплоємність заліза $C_m = 0,226$ Дж/К*моль. Умову $T \ll \theta_D$ вважати виконаною.

663. Система, що складається з $N = 10^{20}$ тримірних квантових осциляторів, має температуру $T = \theta_E$ ($\theta_E = 250$ К). Визначити енергію E системи.

664. Мідний зразок масою $m = 100$ г має температуру $T_1 = 10$ К. Визначити теплоту Q , необхідну для нагрівання зразка до температури $T_2 = 20$ К. Можна прийняти характеристичну температуру θ_D для міді рівною 300 К, а умову $T \ll \theta_D$ вважати виконаною.

665. Використовуючи квантову теорію теплоємності Ейнштейна, визначити коефіцієнт пружності β зв'язку атомів у кристалі алюмінію. Прийняти для алюмінію $\Theta_E = 300$ К. Знайти частоту ν коливань атомів срібла за теорією теплоємності Ейнштейна, якщо характеристична температура срібла становить 165 К.

666. Знайти відношення середньої енергії $\langle \epsilon_{\text{кв}} \rangle$ лінійного одномірного осцилятора, обчисленої за квантовою теорією, до енергії $\langle \epsilon_{\text{кл}} \rangle$ такого ж осцилятора, обчисленої за класичною теорією. Обчислення зробити для двох температур: 1) $T = 0,1\Theta_E$; 2) $T = \Theta_E$, де Θ_E - характеристична температура Ейнштейна.

667. Знаючи, що для алмаза $\Theta_D = 2000$ К, обчислити його питому теплоємність при температурі $T = 30$ К.

668. Молярна теплоємність C_m срібла при температурі $T = 20$ К виявилася рівною 1,65 Дж/(моль*К). Обчислити за значенням теплоємності характеристичну температуру Θ_D . Умову $T \ll \Theta_D$ вважати виконаною.

669. Обчислити (за Дебаєм) питому теплоємність хлористого натрію за температури $T = \Theta_D/20$. Умову $T \ll \Theta_D$ вважати виконаною.

670. Обчислити за теорією Дебая теплоємність цинку масою $m = 100$ г за температури $T = 10$ К. Прийняти для цинку характеристичну температуру Дебая $\Theta_D = 300$ К і вважати умову $T \ll \Theta_D$ виконаною.

671. Визначити долю вільних електронів у металі за температури $T = 0$ К, енергії ϵ яких перебувають в інтервалі значень від $1/2\epsilon_{\max}$ до ϵ_{\max} .

672. Германієвий кристал, ширина ΔE забороненої зони якого дорівнює $0,72$ еВ, нагрівають від температури $t_1 = 0$ °С до температури $t_2 = 15$ °С. У скільки разів зросте його питома провідність?

673. Під час нагрівання кремнієвого кристала від температури $t_1 = 0$ °С до температури $t_2 = 10$ °С його питома провідність зростає в $2,28$ разу. За наведеними даними визначити ширину ΔE забороненої зони кристала кремнію.

674. p - n -перехід перебуває під зворотною напругою $U = 0,1$ В. Його опір $R_1 = 692$ Ом. Яким буде опір R_2 переходу, якщо змінити напрямок струму на протилежний? Температура p - n -переходу 40 °С.

675. Метали літій і цинк приводять у контакт один з одним за температури $T = 0$ К. Як зміниться концентрація електронів в металах? Який із цих металів буде мати більш високий потенціал? Оцінити наскільки зміниться концентрація електронів провідності в цинку, якщо контактний шар представити як плоский конденсатор. Для оцінки взяти товщину контактного шару $\hat{r} \approx 3 \cdot 10^{-10}$ м.

676. Опір R_1 p - n -переходу, що перебуває під прямою напругою $U = 1$ В, дорівнює 10 Ом. Визначити опір R_2 переходу при зворотній напрузі $U = 1$ В, якщо його температура $t = 40$ °С.

677. Знайти мінімальну енергію W_{\min} , необхідну для утворення пари електрон-дірка в кристалі СаАs, якщо його питома провідність γ змінюється в 10 разів під час зміни температури від 20 до 3 °С.

678. Опір R_1 кристала PbS, який має температуру $t_1 = 20$ °С дорівнює 10^4 Ом. Визначити його опір R_2 , якщо температура зростає до $t_2 = 80$ °С. Ширина забороненої зони кристала PbS $\Delta E = 0,6$ еВ

679. Яке значення енергії Фермі ε_F у електронів провідності двовалентної міді? Виразити енергію Фермі в джоулях і електрон-вольтах.

680. Пряма напруга U , прикладена до p - n -переходу, дорівнює 2 В. У скільки разів зросте сила струму через перехід, якщо змінити температуру від $T_1 = 300$ К до $T_2 = 273$ К?