

Модерна физика

Кристални решетки

2016	Пролетно	3.1	Хексагонална решетка (ВИ). Лесна подточка върху повърхнинна плътност.
2006	Пролетно	2	Кубичен кристал (МА). Задача за геометрия на кубични кристали. Искане много сметки, но е добро въведение в темата.
2023	Пролетно	2	Рентгенова прахова дифрактометрия (МА). Странна практическа задача, в която теорията на Бреговото отражение е дадена наготово. Зад числата h , k и l има физичен смисъл; именно затова при сложни решетки не за всяка тяхна комбинация има максимум.
2022	Пролетно	2	Диамант (МА). Задача, в която едната подточка е много по-сложна от останалите. Като пояснения по решението ѝ, работата е аналогична на $\frac{kx^2}{2} \Leftrightarrow \frac{F_{el}x}{2}$, а свиването се счита за изотропно.
2009	Пролетно	2	Графен и въглеродни нанотръбички (МА). Сходна на предишната задача, но с добавена класическа концепция от електростатиката. Подточка д) е доста сложна. Тук видът деформация не е като този в а) и трябва да се изведе отделно.

Нерелативистки частици

2016	Есенно	1	Монте Карло симулация (МА). Лесна задача за Брауново движение, в която коефициентите в теоретична формула се намират експериментално. Като зарче използвайте сайта тук със стойности от 1 до 6.
2012	Пролетно	2	Брауново движение (ВИ). Хубава практическа задача. Обърнете внимание на подсказката в края на условието.
2001	Есенно	3	Трептяща молекула (?). Лесна комбинирана задача върху осцилации, ЗЗЕ и вълнова оптика.
2007	Есенно	3	α -разпадане (ВИ). Задача за нерелативистка реакция (ядрата са тежки). В такива случаи енергията се разделя на „вътрешна“ и кинетична, защото $\gamma Mc^2 \approx Mc^2 + \frac{Mv^2}{2}$. Авторското решение на б) е вярно за $l \ll \sqrt{S}$, което не е изпълнено. В своето решение все пак приеете такава ситуация и сравнете с авторското. Имайте предвид, че фотоплаката е двустранна.

Релативистки частици

2017	Пролетно	3.1	Два протона (ДА). Лесна задача върху запазване на импулс и енергия. Крайният отговор спрямо кинетичната енергия има сравнително прост вид.
2003	Пролетно	4	Излъчване на фотон (ВИ). Задача, която разглежда ефекта на Доплер като реакция между частици. Първата подточка е нерелативистка и там трябва да се включи и вътрешна енергия. Втората подточка е релативистка. Отговорът на а) трябва да е частен случай на този от б).

2014	Есенно	2	Релативистка оптика (?). Задача, включваща стандартното извеждане на ефект на Доплер от трансформациите импулс-енергия. Отговорите на следващите подточки са неинтуитивни, защото импулсът на фотоните при $n = -1$ е противоположен на посоката на разпространение. Подусловие г) е по-трудно. С приближенията се открива, че излъчването може да стане само под един ъгъл.
2002	Есенно	3	Аберация (ТТ). Поучителна задача върху релативистка аберация и отправна система на нулев импулс.
2013	Есенно	3	Разпад на K^+ мезон (?). Сложна задача за оптимизация. Не е очевидно кога енергията е минимална и максимална (съответно и импулсът, от $E - p$ връзката). Първият разпад е подсказка за как е най-лесно да се разгледа вторият разпад, а именно в ОС на нулев импулс. След това може да се премине обратно в началната ОС с трансформации импулс-енергия. Това прави оптимизацията по-лесна. Поради многото алгебра и пресмятания, препоръчвам работа в $c = 1$ мерни единици, тоест никъде не пишете c . Тогава m_μ винаги ще е 106, независимо дали до него реално би стояло c , c^2 или нищо.
2025	Есенно	3	Раждане на електрон-позитронна двойка (ВИ). Основна задача за минимална енергия на реакция. Отговорът няма да е просто $2m_e c^2$, защото фотонът притежава импулс, а ЗЗИ също трябва да бъде удовлетворен. От $E - p$ инварианта следва, че минималната енергия на реакция съответства на минимална енергия в отправната система на нулев импулс – а в нея вече оптималният вариант за движението на частиците е по-очевиден.
2007	Есенно	3	Кварки и елементарни частици (МА). Друга задача за оптимизация. Тук за разпада има повече степени на свобода и отговорът може да се даде единствено по интуиция. Ако не сте сигурни, вземете няколко случая и пресметнете стойностите за всичките, след което изберете оптималния.
2001	Пролетно	3	Светлинно налягане (ТТ). Странна и дълга задача за импулс, предаден от фотон на пластинка. Търсят се малки поправки, които могат да се получат само ако се работи релативистки. Имайте предвид, че енергията на покой на пластинката се променя след поглъщане.

Съотношение за неопределеност

2012	Есенно	2	Черна дупка (?). Много кратка задача. Тъй като критерият за черна дупка е фундаментален и се определя само от свойствата на гравитацията и светлината, няма как отговорът на г) да зависи от друго освен фундаментални константи. Съобразно това трябва да си съчините съображение, което да даде подходящ резултат.
2010	Есенно	1	Фундаментални взаимодействия (?). Друга задача със съчиняване на квантови съображения. Подточка б) е глупава и може да се пропусне.

2014	Есенно	1	Неопределеност в астрофизиката (?). Първата част е с грешка в условието, доказателството се търси за $n > 4$. Втората част е приятни оценки на налягане в астрофизични обекти.
2011	Есенно	3	Ефект на Мьосбауер (ВИ). Много трудна и хубава задача, започваща с нерелативистка реакция. Отговорът на б) може да се познае директно от формулата за а) , ако разгледате уравненията в двете подточки едни до други.

Полукласически атоми и молекули

2008	Пролетно	1	Водородна молекула (ВИ). Сметкарска задача по електростатика, включваща условие за стояща квантова вълна и енергия на връзката.
2004	Пролетно	3	Модел на Бор (ВИ). Задача върху релативистки електрон във водородоподобен атом. Уравнение (1.2) в решението идва от

$$\frac{d\mathbf{p}}{dt} = \frac{d(p\boldsymbol{\tau})}{dt} = p \frac{d\boldsymbol{\tau}}{dt} = -p\omega\mathbf{n}.$$

1999	—	3	Електрон в ядро (ММ). Лесна задача със съотношение за неопределеност върху електрон, захванат в ядро.
2017	Пролетно	3.2	Хелиев атом (ДА). Трудна оптимизация – основно състояние означава минимална пълна енергия. Въведете за електроните разстояния r_1, r_2 и централен ъгъл θ . Стабилни ще са само $\theta = 0$ и $\theta = \pi$. Намерете по-добрия вариант и после намерете оптималното r_2/r_1 .