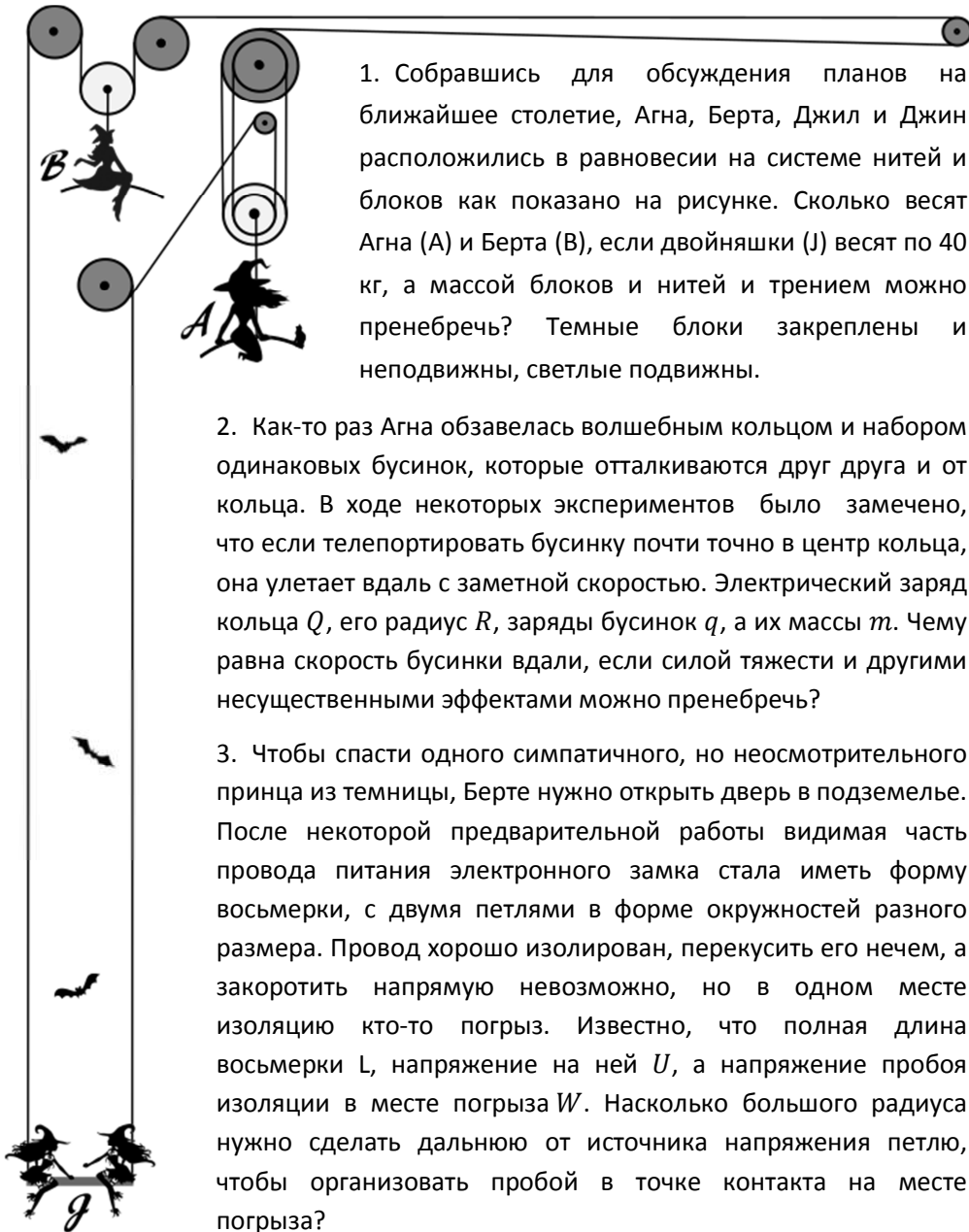


III этап Всеукраинской ученической олимпиады по физике
2016/2017 учебного года
Харьковская область
9 класс

Каждая задача по 5 баллов; решения в общем виде оцениваются выше, чем только в числах.



1. Собравшись для обсуждения планов на ближайшее столетие, Агна, Берта, Джил и Джин расположились в равновесии на системе нитей и блоков как показано на рисунке. Сколько весят Агна (А) и Берта (В), если двойняшки (J) весят по 40 кг, а массой блоков и нитей и трением можно пренебречь? Темные блоки закреплены и неподвижны, светлые подвижны.

2. Как-то раз Агна обзавелась волшебным кольцом и набором одинаковых бусинок, которые отталкиваются друг друга и от кольца. В ходе некоторых экспериментов было замечено, что если телепортировать бусинку почти точно в центр кольца, она улетает вдаль с заметной скоростью. Электрический заряд кольца Q , его радиус R , заряды бусинок q , а их массы m . Чему равна скорость бусинки вдали, если силой тяжести и другими несущественными эффектами можно пренебречь?

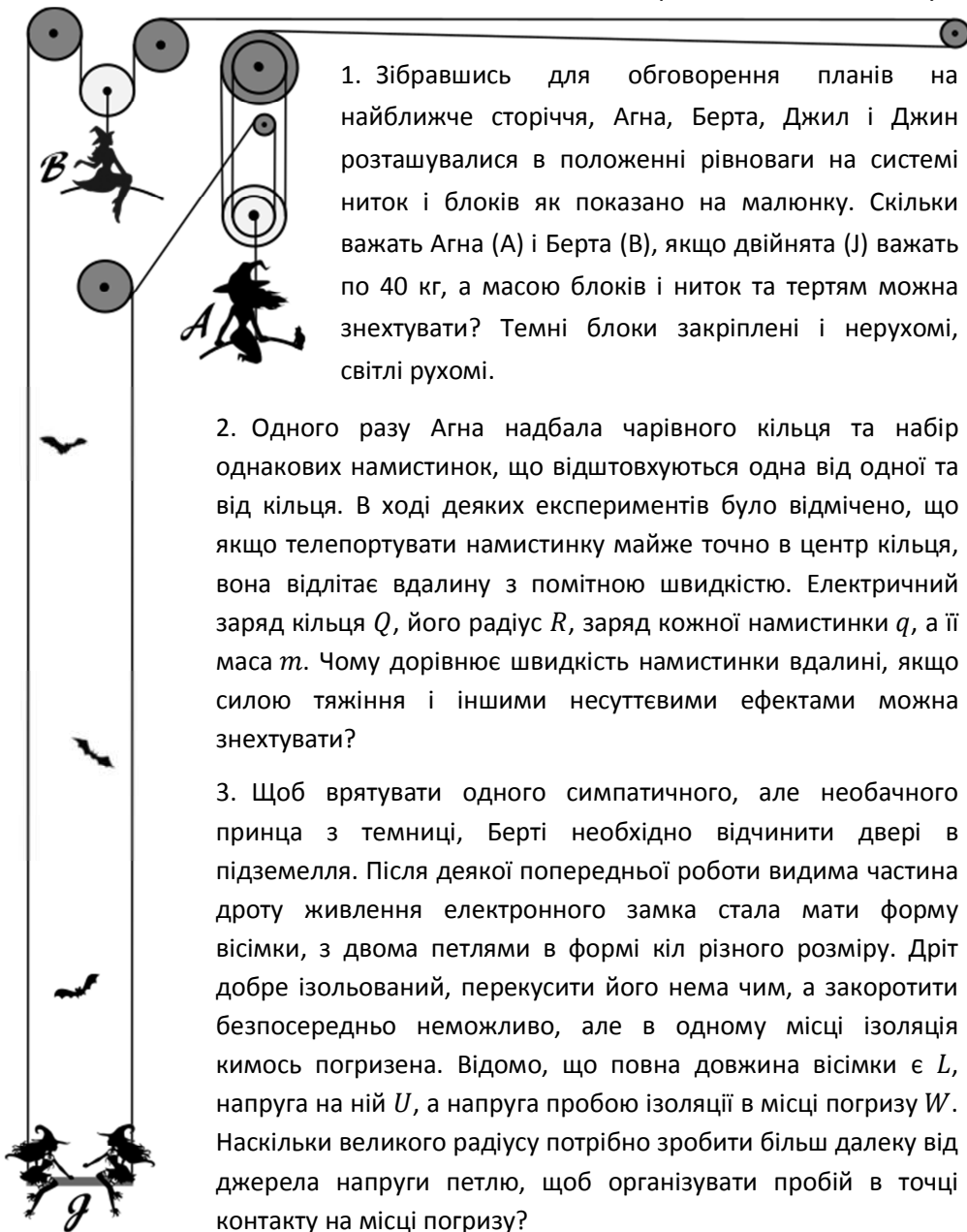
3. Чтобы спасти одного симпатичного, но неосмотрительного принца из темницы, Берте нужно открыть дверь в подземелье. После некоторой предварительной работы видимая часть провода питания электронного замка стала иметь форму восьмерки, с двумя петлями в форме окружностей разного размера. Провод хорошо изолирован, перекусить его нечем, а закоротить напрямую невозможно, но в одном месте изоляцию кто-то погрыз. Известно, что полная длина восьмерки L , напряжение на ней U , а напряжение пробоя изоляции в месте погрыза W . Насколько большого радиуса нужно сделать дальнюю от источника напряжения петлю, чтобы организовать пробой в точке контакта на месте погрыза?

4. Юной Вильме нужно передать бабушке, живущей на противоположном берегу озера, немного энергии на следующие десять лет. Для этих целей между ними, по дну озера, проходит изолированная линия электропередач, в которой Вильма генерирует постоянный ток, а бабушка с другой стороны отбирает тепловую энергию с полезной нагрузки и запасает в аккумуляторах. На сколько градусов нагревается вода в озере после одной такой передачи? Известно, что средняя глубина озера 45,2 м, а одного фаербола, в котором содержится ровно в 10 раз меньше энергии, чем передается бабушке, хватает на понижение уровня воды в озере на 42 см и нагрев оставшейся части на 10 градусов. Отношение сопротивления проводов к сопротивлению полезной нагрузки равно $1/100$. Теплоемкость воды $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{C})$, удельная теплота парообразования $2,26 \cdot 10^6 \text{ Дж}/\text{кг}$.

5. После серии немного неудачных заклинаний, в том числе пары трансформаций, Джил, будучи рыбкой, живет в космическом корабле, заполненном водой, в невесомости. Искусственная гравитация создается вращением корабля вокруг оси с некоторой постоянной угловой скоростью. У рыбки Джил, как и у всех рыбок, есть плавательный пузырь, с помощью которого она может изменять свою среднюю плотность (только лучше). При плотности рыбки, равной $2/3$ плотности воды, период колебаний рыбки вокруг оси вращения корабля равен $T_{2/3}$. Чему будет равен период колебаний $T_{1/2}$ при плотности, равной половине плотности воды? Джил знает, что 1) период колебаний пружинного маятника из тела массы m и пружины жесткости k равен $2\pi\sqrt{m/k}$; 2) когда катаешься на карусели, чтобы оставаться неподвижной по отношению к платформе, нужно по направлению к оси вращения прикладывать силу, равную по величине $M\omega^2 R$, где M это масса катающейся, R расстояние до оси вращения, ω угловая скорость вращения. Можно считать, что сопротивлением воды можно пренебречь.

III етап Всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики
2016/2017 навчального року
Харківська область
9 клас

Кожна задача по 5 балів; рішення в загальному вигляді оцінюються вище за рішення тільки в числах.



1. Зібравшись для обговорення планів на найближче сторіччя, Агна, Берта, Джил і Джин розташувалися в положенні рівноваги на системі ниток і блоків як показано на малюнку. Скільки важать Агна (А) і Берта (В), якщо двійнята (J) важать по 40 кг, а масою блоків і ниток та тертям можна знехтувати? Темні блоки закріплені і нерухомі, світлі рухомі.

2. Одного разу Агна надбала чарівного кільця та набір однакових намистинок, що відштовхуються одна від одної та від кільця. В ході деяких експериментів було відмічено, що якщо телепортувати намистинку майже точно в центр кільця, вона відлітає вдалину з помітною швидкістю. Електричний заряд кільця Q , його радіус R , заряд кожної намистинки q , а її маса m . Чому дорівнює швидкість намистинки вдалині, якщо силою тяжіння і іншими несуттєвими ефектами можна знехтувати?

3. Щоб врятувати одного симпатичного, але необачного принца з темниці, Берті необхідно відчинити двері в підземелля. Після деякої попередньої роботи видима частина дроту живлення електронного замка стала мати форму вісімки, з двома петлями в формі кіл різного розміру. Дріт добре ізольований, перекусити його нема чим, а закоротити безпосередньо неможливо, але в одному місці ізоляція кимось погризена. Відомо, що повна довжина вісімки є L , напруга на ній U , а напруга пробою ізоляції в місці погризу W . Наскільки великого радіусу потрібно зробити більш далеку від джерела напруги петлю, щоб організувати пробій в точці контакту на місці погризу?

4. Юній Вільмі потрібно передати бабусі, що живе на протилежному березі озера, трохи енергії на наступні десять років. Задля цього між ними, по дну озера, проходить ізольована лінія електропередач, в якій Вільма генерує постійний струм, а бабуса з іншого боку відбирає теплову енергію з корисного навантаження і запасає її в акумуляторах. На скільки градусів нагрівається вода в озері після однієї такої передачі? Відомо, що середня глибина озера є 45,2 м, а одного фаєрболу, який містить рівно в 10 разів менше енергії, ніж передається бабусі, вистачає на зниження рівня води в озері на 42 см та нагрівання решти на 10 градусів. Відношення опору дротів до опору корисного навантаження дорівнює $1/100$. Теплоємність води $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{C})$, питома теплота пароутворення дорівнює $2,26 \cdot 10^6 \text{ Дж}/\text{кг}$.

5. Після низки трошки невдалих заклинань, в тому числі пари трансфігурацій, Джил є рибкою та живе в космічному кораблі, що заповнений водою, в невагомості. Штучна гравітація створюється обертанням корабля навколо осі з деякою постійною кутовою швидкістю. У рибки Джил, як і у всіх рибок, є плавальний міхур, за допомогою якого вона може змінювати свою середню густину (тільки краще). Коли густина рибки дорівнює $2/3$ густини води, період коливань рибки навколо осі обертання корабля дорівнює $T_{2/3}$. Чому буде дорівнювати період коливань $T_{1/2}$, коли густина дорівнює половині густини води? Джил знає, що 1) період коливань пружинного маятника з тіла маси m та пружини жорсткості k дорівнює $2\pi\sqrt{m/k}$; 2) коли катаєшся на каруселі, щоб залишатися нерухомою по відношенню до платформи, потрібно у напрямку до осі обертання прикладати силу, що за величиною дорівнює $M\omega^2 R$, де M це маса тієї, хто катається, R відстань до осі обертання, ω кутова швидкість обертання. Можна вважати, що опором води можна знехтувати.