|  |  |
| --- | --- |
| Полтавська академія неперервної освіти ім. М.В.Остроградського Навчально-методичний кабінет психологічної служби Відділ природничо-математичних дисциплін та технологій**Випускна робота**Резонанс Виконав: Шека Павло Іванович, місце роботи: Миргородський район, Черкащанський НВК,  учитель фізики і математики; спеціальність, з якої підвищується кваліфікація: фізикаПОЛТАВА – 2022 |  |

**Фізика, 10 клас** Урок № 42

**Тема уроку.** Резонанс

**Мета:**

• **формування предметної компетентності:** формувати знання учнів про явище механічного резонансу як особливий прояв дії зовнішніх змушувальних сил на вільні коливання та про причини його виникнення в коливних системах на основі аналізу графіків залежності амплітуди відповідних вимушених коливань від частоти зовнішньої змінної сили за різних сил тертя;

• **формування ключових компетентностей:**

* розуміти і пояснювати прояви явища резонансу в природі та побуті, приклади його застосування в науці і техніці;
* формувати вміння аналізувати та узагальнювати результати дослідів, робити висновки;
* розвивати спостережливість, дослідницькі вміння, творчі здібності;
* на основі роботи із джерелами інформації з'ясувати вплив резонансу на живі організми;
* сприяти самореалізації учнів, самовихованню працелюбності, свідомого ставлення до навчання

**Тип уроку:** засвоєння нових знань

**Обладнання та наочність:** комп’ютер, мультимедійний проектор, презентація «Механічний резонанс: причини виникнення, запобігання та застосування» (https://docs.google.com/presentation/d/1KpEuHO28k-B\_gam-3FVL8ZawXlQkITs0/edit?usp=sharing&ouid=104000777910210742761&rtpof=true&sd=true), дослідна модель фізичного маятника, стандартні камертони однакової частоти з резонаторами, гумовий молоточок, індикатор коливань (тенісний м’ячик з ниткою), відеофрагмент «Катастрофа на Такомському мості (США)» (доступ: *https://youtu.be/znXqwsBVyCU*), підручник з фізики тощо.

 **Методи і педагогічні прийоми:**

* *інформаційно-рецептивний:* бесіда, розповідь, перегляд слайдів;
* *проблемно-пошуковий:* формулювання висновків, пошук відповідей на проблемні запитання;
* *репродуктивний:* рефлексія;
* *інтерактивний:* інтерактивна вправа «Продовжіть речення».

 **Очікувані результати:** віра у свої сили, розвиток творчого потенціалу учнів; формування навичок самостійної діяльності й уміння працювати з джерелами інформації.

**Хід уроку**

 *Розум полягає не тільки у знанні,*

 *а й в умінні застосовувати його.*

 *Аристотель*

**І. Організаційний етап. Привітання учнів. Організація робочого місця**

**ІІ. Повідомлення теми, мети (цілевизначення) уроку й очікуваних результатів. Мотивація навчальної діяльності**

Повідомляю учням тему і мету уроку та очікувані результати від роботи на уроці. Наголошую, що перед класом стоїть важливе завдання: сформувати і засвоїти знання про явище механічного резонансу, показати причини його виникнення, його корисність і шкідливість; розглянути практичне використання резонансу на конкретних прикладах.

 Середина XVІІІ століття, Франція. 1750 р. поблизу міста Анже по підвісному мосту завдовжки 102 м ішли в ногу солдати. Міст висів на ланцюгах на чималій висоті над річкою. Загін із 487 солдатів швидко розхитав міст так, що ланцюги обірвались, і уламки моста з людьми упали вниз. За кілька секунд загинуло 226 чоловік. У 1830 р. з аналогічної причини зруйнувався підвісний міст у м. Манчестер (Велика Британія). У 1940 р. через пориви вітру зруйнувався Такомський міст у США. У Росії також відбувалися катастрофи з мостами у Санкт-Петербурзі: один міст зруйнувався під час проходження по ньому загону кавалерії, інший – під ногами піхотинців.

 Перегляд відеофрагменту «Катастрофа на Такомському мості (США)» (Доступ за посиланням: https://youtu.be/znXqwsBVyCU).

 **Проблемне запитання:** ***чому ці мости були зруйновані?*** (Вислуховуємо відповіді окремих учнів по цій проблемі). Прогнозована відповідь: *всі ці катастрофи – класичні приклади прояву одного цікавого явища в коливальних системах.*

 Що ж це за явище?

 **ІII. Актуалізація опорних знань учнів**

 ***Запитання до учнів:***

1) наведіть приклади коливальних рухів у природі і техніці;

2) що таке механічні коливання? гармонічні коливання?

3) які коливання називаються вільними? вимушеними?

4) назвіть визначальні ознаки вільних та вимушених коливань? *(вільні коливання відбуваються в коливній системі під дією внутрішніх сил після короткочасного впливу зовнішньої сили для виведення цієї системи з положення рівноваги; вимушені коливання здійснюються в коливній системі внаслідок постійної дії зовнішньої сили (змушувальної), що періодично змінюється);*

5) дайте відповіді на запитання: у коливній системі **«пружина – візок»** відбуваються вільні коливання. Збільшується чи зменшується період цих коливань, якщо: 1) збільшити амплітуду коливань? 2) зменшити масу візка? 3) збільшити жорсткість пружини?

6) що таке автоколивання? Назвіть складові частини автоколивальної системи **годинника з маятником** *(маятник є коливальною системою, піднятий тягарець — джерелом енергії, анкерний механізм — регулятором надходження цієї енергії до коливальної системи)*;

7) назвіть основні відмінності між вільними і вимушеними коливаннями:

 (слайди №№3,4)

 • *частота вільних коливань визначається характеристиками самої коливної системи, і для невеликих зміщень від положення рівноваги не залежить від амплітуди коливань;* *частота ж вимушених коливань завжди дорівнює частоті зовнішньої змінної (змушувальної) сили;*

 • *через втрати енергії в коливальній системі вільні коливання є затухаючими, тобто їх амплітуда з часом зменшується до 0; амплітуда ж вимушених коливань не зменшується з часом, навіть якщо в коливній системі присутнє тертя, оскільки втрати енергії, зумовлені тертям, відновлюються за рахунок роботи зовнішніх сил.*

**IV. Вивчення нового матеріалу**

(Учитель пояснює матеріал відповідно до плану проведення уроку, використовуючи створену електронну презентацію)

1. **Для чого потрібно в коливальну систему періодично постачати енергію ззовні?** (слайд №5)

 Якщо механічну коливальну систему вивести з положення рівноваги, то в ній виникнуть вільні коливання, частота яких не залежить від амплітуди. Але ці коливання через неминучі втрати механічної енергії в системі будуть затухати.

 Приклади: коливання тягарця, підвішеного на пружині; гойдання дитини на гойдалці; коливання пружини амортизатора на вибоїні тощо.

Запитання до класу: що треба зробити, щоб вільні коливання в коливній системі не припинялися?

Прогнозована відповідь: потрібно компенсувати втрати механічної енергії в коливній системі за кожен період коливання шляхом надходження енергії ззовні. За такої умови коливання будуть незатухаючими.

 **2. Поняття резонансу** (слайди №№ 5,6)

 **Проблемне питання:** *як потрібно розгойдувати гойдалку, щоб її амплітуда коливань з часом тільки збільшувалася?*

Прогнозована відповідь: потрібно діяти в такт із власними коливаннями гойдалки: амплітуда коливань гойдалки швидко збільшуватиметься, якщо частота зовнішньої змінної сили збігатиметься з частотою її вільних коливань.

*Явище різкого збільшення амплітуди вимушених коливань, якщо частота зовнішньої сили, що періодично змінюється, збігається з власною частотою коливань системи, називають резонансом.*

Так чому руйнувалися мости під ногами солдатів? (частота відбивань багатьох кроків збігалася з частотою власних коливань моста).

 Явище резонансу вперше було описано в 1638 році італійським ученим Галілео Галілеєм під час вивчення коливань математичного маятника. Галілей писав: *„… можна привести в рух важкий нерухомий маятник, просто дмухаючи на нього, і повторюючи ці видихи з тією частотою, яка притаманна рухові самого маятника*“.

 (*Коротка довідка про Галілея:* Галілео Галілей – видатний італійський фізик та астроном епохи пізнього середньовіччя; вперше описав явище інерції і сформулював закон інерції, довів, що період коливань математичного маятника за малих амплітуд не залежить від амплітуди коливань (ізохронність маятника),за допомогою телескопа зробив цілий ряд астрономічних відкриттів, вперше описав явище механічного резонансу та інші). (слайд № )



 **3.** **Спостереження явища резонансу** (слайд № 7)

**1. Дослід із вивчення явища механічного резонансу** (демонстраційний експеримент про резонанс маятників на основі дослідної моделі за рис.21.1 підручника)

 

 Підвісимо на тонку рейку чотири легкі кульки й одну важку – отримаємо п’ять маятників. Виведемо важку кульку з положення рівноваги – вона почне коливатися. Коливання важкого маятника передадуться рейці, яка почне здійснювати вимушені коливання з тією самою частотою і діятиме на інші маятники з деякою силою, що періодично змінюється. У результаті вони теж розпочнуть коливальний рух. При цьому найсильніше розгойдається маятник 5, довжина якого (а отже, і власна частота коливань) дорівнює довжині важкого маятника.

1. **Демонстрація акустичного резонансу (слайд № 8)** (демонстраційний дослід з двома камертонами однакової частоти з резонаторними ящиками).

Камертон (від нім. «кімнатний звук») – пристрій для настроювання музичних інструментів. Частота звуку стандартного камертона становить 440 Гц («ля» першої октави). Звук саме такої частоти взято за еталон настроювання всіх музичних інструментів.

**Суть досліду:** якщо змусити звучати один із двох камертонів однакової частоти (вдаривши гумовим молоточком по його вилці), то другий камертон почне також звучати через акустичний резонанс – співпадання частоти коливань повітря в резонаторах камертонів з частотою коливань ніжок збудженого камертона.

**Проблемне запитання:** навіщо камертон приєднують до дерев’яного ящика з однією відкритою стінкою (резонатор)?

Прогнозована відповідь: камертон приєднують до резонатора для збільшення гучності камертона внаслідок резонансу, коли частота коливань камертона дорівнює частоті коливань повітря в резонаторі.

 **Інформація про грудний резонатор:** подібно до камертона, де дерев’яний ящик , що вібрує на одній частоті з камертоном і підсилює його звучання, «працюють» природні резонатори людського організму. У тілі людин є природні порожнини ‒ легені, бронхи (наповнені повітрям), що утворюють так званий грудний резонатор. Якщо спрямувати звук у грудний резонатор і прикласти руку до грудей, можна відчути вібрацію грудної клітки..

1. **Вивчення графіків залежності амплітуди вимушених коливань від частоти зовнішньої змінної сили** (слайд № 9 )

Як пояснити таку поведінку маятників?

 Справа у тому, що амплітуда вимушених коливань залежить не тільки від амплітудного значення змушувальної сили, а й від частоти її змінення. Коли частота змінення зовнішньої сили не збігається з власною частотою коливань маятника (ν ≠ ν0), зовнішня сила то «підштовхує» маятник (виконує додатну роботу), то заважає його рухові (виконує від’ємну роботу). У результаті робота зовнішньої сили є незначною, тому невеликою є і амплітуда усталених коливань. Якщо частота змінення зовнішньої сили збігається з власною частотою коливань маятника (ν = ν0), то протягом усього часу коливань напрям вектора зовнішньої сили збігається з напрямом руху маятника, тому робота зовнішньої сили весь час залишається додатною. Енергія системи швидко збільшується — швидко зростає і амплітуда вимушених коливань. Через наявність тертя в системі коливання з часом усталюються, і їх енергія припиняє зростати. На рисунку подано резонансні криві – графіки залежності амплітуди вимушених коливань від частоти змінення зовнішньої змушувальної сили при різних числових значеннях сили тертя в системі



 Аналізуючи ці графіки, можна зробити такі висновки:

*1) найбільша амплітуда коливань досягається тоді, коли частота зовнішньої змінної сили збігається з власною частотою коливань системи (ν = ν0);*

*2) чим більша в системі сила тертя, тим меншим є пік резонансної кривої, тобто тим слабше виражений резонанс.*

1. **Запобігання шкідливим проявам резонансу** (слайд № 14)

 Зовнішні періодичні впливи на об’єкти, які здатні здійснювати вільні коливання, можуть спричинити явище резонансу й призвести до руйнування цих об’єктів. Як запобігти шкідливим проявам резонансу?

**Способи боротьби з резонансом:**

1) збільшити силу тертя в коливній системі, однак це призведе до небажаних втрат енергії;

2) змінити власну частоту коливань системи або частоту зовнішньої змінної сили.

 Щоб вирішити, наприклад, проблему з руйнуванням літаків у повітрі, просто зробили важчими їх крила: частота власних коливань крил змінилась і припинила збігатися з частотою коливань зовнішньої сили. Для потягів розраховують небажану швидкість руху; по мостах забороняють ходити стройовим кроком; споруджуючи будинки, враховують частоту коливань земної кори в разі землетрусу. *Демонстрація відеофрагменту «Наслідки Великого землетрусу Східної Японії в березні 2011р.»*

1. **Приклади застосування резонансу в науці, музиці і техніці**

(слайди 15,17,19)

 Резонанс використовують у роботі вібромашин у гірничодобувній промисловості, застосовують в акустиці, медицині, для приймання та передавання радіосигналів.

**Принцип дії язичкового частотоміра:** язичковий частотомір являє собою набір пружних язичків різної довжини, прикріплених до металевої пластини; пластина зв’язується з досліджуваною коливальною системою; коли частоти коливань співпадуть, окремі язички реагують на прості коливання, які входять до складного коливального процесу.

**Резонатори Гельмгольца** – порожнисті кулі різних розмірів з двома отворами: один для входу звуку, а другий для сполучення з каналом вуха; добираючи ті резонатори, які реагують на звук, можна дізнатися, з яких простих звуків складається складний звук.

**V. Закріплення вивченого матеріалу**

Робота з підручником: §21, стор. 131-133.

**1**. Відповіді на контрольні запитання до §21 (стор.133 підручника)

1. Дайте означення резонансу. Наведіть приклади його прояву.
2. Що таке резонансна крива? Які висновки можна зробити внаслідок її аналізу?
3. Як боротися з небажаними проявами резонансу? Де застосовують резонанс?
4. Яке із наведених нижче тверджень про амплітуду і частоту вимушених коливань є справедливим для випадку резонансу?

 А) амплітуда вимушених коливань досягає максимального значення, частота коливань змушувальної сили збігається з власною частотою вільних коливань;

 Б) амплітуда вимушених коливань досягає максимального значення, частота коливань змушувальної сили не збігається з власною частотою вільних коливань;

 В) амплітуда вимушених коливань досягає мінімального значення, частота коливань змушувальної сили збігається з власною частотою вільних коливань;

 Г) амплітуда вимушених коливань досягає мінімального значення, частота коливань змушувальної сили не збігається з власною частотою вільних коливань;

 Д) амплітуда вимушених коливань не залежить від частоти, частота коливань змушувальної сили збігається з власною частотою вільних коливань.

**3.** Розв’язування задачі: вправа 21(5).

У вагоні потяга підвішено на нитці завдовжки 40 см невеликий тягарець.

 Якою є швидкість руху потяга в той момент, коли тягарець починає

 розгойдуватися особливо інтенсивно? Довжина залізничної рейки – 25 м.

Розв’язання

 Інтенсивне розгойдування тягарця на нитці у вагоні рухомого потяга свідчить про різке збільшення амплітуди його коливань. Це відбувається внаслідок прояву резонансу – збігу власної частоти коливань нитяного маятника з частотою вимушених коливань вагона. Останні виникають внаслідок періодичних зовнішніх струсів коліс вагона на стиках рейок. Оскільки довжини всіх стандартних рейок однакові, то під час рівномірного руху потяга струси коліс періодично повторюються. Отже, має місце рівність: $ν=ν\_{в}$ . Оскільки $ν=\frac{1}{2π}\sqrt{\frac{g}{l}}$ , а $ν\_{в}=\frac{v}{λ}$ =$ \frac{v}{l\_{р}}$ , то можна записати $\frac{1}{2π}\sqrt{\frac{g}{l}}$ =$ \frac{v}{l\_{р}}$ , звідки $v=\frac{l\_{р}}{2π}\sqrt{\frac{g}{l}}$ = $\frac{25м}{6,28}\sqrt{\frac{9,81м/с^{2} }{0,4м}}=19, 704 м/с$ .

Відповідь: швидкість потяга становить близько 20 м/с .

 **VІ. Підбиття підсумків уроку. Рефлексія. Оцінювання знань учнів**

1. **Інтерактивна вправа «Продовжіть речення»:**

 Я сьогодні переконався…

 Я отримав результат…

 Я задоволений тим, що…

 Мені не сподобалося…

1. **Вправа «Кошик знань»**

*Учні по черзі розповідають про те, що вони поклали сьогодні у свій «кошик знань».*

**VІІ. Домашнє завдання**

1.Опрацювати § 21,виконати вправу 21 (2, 3).

 2. Підготувати повідомлення (окремим групам учнів):

 а) «Приклади застосування резонансу в науці, техніці і медицині»;

 б) «Вплив резонансу на живі організми»;

 в) «Про біоритми людини».