

## **ФИЗИКА ПӘНІ БОЙЫНША ОЛИМПИДАЛЫҚ ЕСЕПТЕРДІ ШЫҒАРУҒА ӘДІСТЕМЕЛІК НҰСҚАУЛАРДЫ ӘЗІРЛЕУ**

**Тонтаева А.**

магистрант, Академик Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды университеті,  
Қарағанды, Қазақстан

*Мақала физика пәнінен олимпиадалық есептерді шығару бойынша әдістемелік нұсқаулар әзірлеуге арналған. Физикадан олимпиадалық есептерді шығару әдістемесін зерттелген. Механика бөлімі бойынша олимпиадалық есептерді шығару» қосымша білім беру бағдарламасы (элективті курс) ұсынылған. Механика бөлімі бойынша олимпиадалық есептерді шығару мысалдары мен әдістемелік нұсқаулар ұсынылған. Ұсынылған элективті курс е оқушылардың білімдердін жалпылауға, қайталауға, бекітуге ғана емес, сонымен қатар олардың болашақ кәсіби іс-әрекеттіліктерінің бағдарын дұрыс таңдауға көмектеседі.*

**Кілт сөздері:** физика, физикалық олимпиада, есептерді шығару әдістемесі, күрделілігі жоғары есептер.

Оқушыларды физикалық есептерді шығару әдістеріне оқып-үйрету - олардың пәндік дайындығының маңызды бағыты болып табылады. Физикалық есептерді шығару іскерліктері мен дағдылары пәндік білімдердің толықтығы мен тереңдігінің, олардың жүйелілігі мен беріктігінің басты көрсеткіші болып табылады, оқушылардың өз бетімен тануға деген қабілеттіліктерінің деңгейін, сонымен бірге табиғат құбылыстарын зерттеу кезінде шығармашылық ізденіске дайындығын көрсетеді [1].

«Механика» - физика курсының маңызды бөлімі болып табылады. Ол сапасы бүкіл жаратылыстану ғылымдар ғимаратының беріктілігін анықтайтын іргетас болып табылады. Бұл бөлімді мектепте оқыту оқушылардың жалпы ғылыми зерттеушілік іскерліктерін қалыптастыруға бастау береді.

Сонымен бірге «механика» – физика курсының жеткілікті үлкен бөлімі. Міндетті түрде меңгеруді талап ететін көптеген жаңа абстрактілі ұғымдар мен түсініктерден, анықтамалардың, заңдар мен формулалардың көп санына байланысты механика оқушылардың қабылдауы үшін өте күрделі бөлім. Сол себепті бұл оқушылардың ынталандырудың деңгейінің төмендеуіне алып келеді және мұғалімнің міндетін айтарлықтай қиындатады.

«Механика бөлімі бойынша олимпиадалық есептерді шығару» қосымша білім беру бағдарламасы (элективті курс) жоғарыда айтылған мәселелерді

шешуге көмектеседі. Бұл элективті курс механика бөлімі бойынша орта мектепте оқушылардың білімдердін жалпылауға, қайталауға, бекітуге ғана емес, сонымен қатар олардың болашақ кәсіби іс-әрекеттіліктерінің бағдарын дұрыс таңдауға көмектеседі. Қазіргі кезде мектепте оқыту оқушылардың жан-жақты дайындығын талап етеді, бірақ бағдарламалық білімдер заманауи мамандықтар әлемінде оқушыларды бағдарлау үшін жеткіліксіз.

Физика пәні бойынша есепті шығару процесінде үш сатыны бөліп көрсетуге болады: физикалық, математикалық және шешімді талдау.

*Физикалық саты* біріншіден зерттелінетін процестің идеализациясын дұрыс таңдауын, яғни құбылыстың физикалық моделін құруын болжайды, екіншіден модельді қанағаттандыратын физикалық заңдардың таңдау мен теңдеулер жүйесін құру қарастырылады.

*Математикалық саты* есептің жалпы шешімін алуын және есептің сұрағына сандық жауаптың табуын қарастырады.

*Шешімді талдау* сатысында дербес қарапайым және шектік жағдайлар қарастырылады, нәтиженің нақтылығы бағаланады, алынған шаманың өлшем бірлігі тексеріледі, көпсанды жауап алған кезде есептің шартына сәйкес алынған нәтижелер зерттелінеді.

*Есепті шығару бойынша әдістемелік нұсқаулар:*

Есептерді жүйелі түрде өз бетімен шығару – физиканы сәтті оқып-үйренудің қажетті шарты болып табылады. Себебі бұл құбылыстардың физикалық мәнін түсінуге және формулаларды есте сақтауға көмектеседі, теориялық білімдердің практикалық қолдану дағдыларын меңгеруге ықпал жасайды [2].

Физикалық есептер алуан түрлі, оларды шешудің бірыңғай тәсілі жоқ. Бірақ есептерді шығарудың ең басты қойылған тәртібі келесідей:

1) Есептің шартын мұқият оқып, есептің мазмұнын қандай физикалық құбылыстардың құрайтынын, олардың қандай заңдарға бағынатындығын және қандай математикалық қатынастармен сипатталатындығын анықтау керек.

2) Барлық берілгендерді және ізделінетін шамаларды стандарттық формада жазу қажет.

3) Барлық берілгендерді ХБЖ-де өрнектеу қажет.

4) Қажеттілік болса, есептің берілгендерінің белгілеулеріне ие сызбаларды, сұлбаларды немесе суреттерді салу. Мысалы векторлық шамалармен немесе электрлік тізбектермен байланысты есептерді шығару кезінде қажет болып табылады.

5) Есептің шартын түсініп, қандай шаманың ізделінетінін анықтап алғаннан кейін, белгісізден белгіліге өтіп, логикалық тұжырымдар тізбегін құрастыру қажет.

6) Есептерді шығару кезінде бір физикалық шамалар есептің шартында, берілгенде және шығару кезінде бірдей белгіленуі тиіс, ал әр түрлі шамалар бір-

бірінен ерекшеленіп көрсетілуі керек (мысалы индекстермен). Барлық стандартты емес белгілеулер, оның ішінде индекстерге ие әріптердің белгіленулерін түсіндіріп жазу керек.

7) Жалпы түрде есепті шешу – «жұмыс формуласын» алу, яғни формуладағы берілгендер арқылы ізделінетін шаманы өрнектеу (аралық есептеулерсіз). Бұл зерттелінетін құбылыстың ерекшеліктері туралы қосымша ақпаратты алуға, сонымен бірге өлшемділіктерді талдау негізінде жүргізілген әрекеттердің дұрыстығын тексеруге мүмкіндік береді.

8) Есептеулерді жүргізу. Есепті шығарған соң, алынған нәтиже туралы ойлану керек: нәтиже шынайы болып табыла ма? Кейде элементар арифметикалық қателік үлкен физикалық қателікке әкелуі мүмкін.

9) Есептің жауабын ізделінетін шаманың өрнектелетін бірліктерімен жазу.

*9-11 сыныптарға арналған сабақтар.* Физика-математика циклінің пәндері терең оқытылатын 9-шы сыныптарға арналған физика бойынша сабақтар үшін келесі сағаттық бағдарлама ұсынылады (аптасына 2 сағат).

1-кесте. Механика бөлімі бойынша олимпиадалық есептерді шығару» қосымша білім беру бағдарламасы (элективті курс)

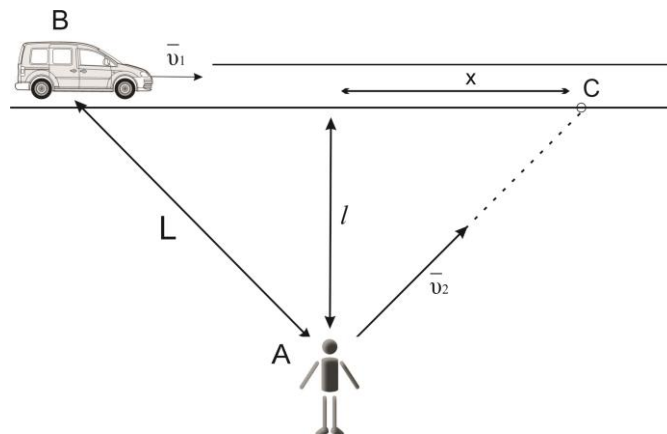
№	Сабақ тақырыбы	Сағат саны
1	2	3
<b>Кинематика</b>		<b>10</b>
1	Түзусызықты қозғалыс	2
2	Қозғалыстардың графикалық көрінісі	2
3	Жазықтық бойынша бірқалыпты қозғалыс	2
4	Қозғалыстарды қосу	2
5	Бірқалыпты айнымалы қозғалыс	2
<b>Динамика</b>		<b>14</b>
1	Күштерді қосу	2
2	Блоктармен жүйе қозғалысы	2
3	Құрғақ үйкеліс бар кездегі қозғалыс	2
4	Тұтқыр үйкеліс күштері бар кездегі қозғалыс	2
5	Шеңбер бойымен қозғалыс динамикасы	4
6	Гравитациялық күштер әсерінен болатын қозғалыс	2
<b>Статика</b>		<b>10</b>
1	Статиканың қарапайым есептері	2
2	Жүйенің тепе-теңдік шарттарын іздеу	2
3	Тепе-теңдіктің тұрақтылығы	2
4	Үйкеліс күші бар кездегі тепе-теңдік	2
5	Денелердің серпімділігі	2
<b>Импульс және механикалық энергияның сақталу заңдары</b>		<b>16</b>
1	Абсолюттік серпімді соқтығысу	2
2	Денелердің соқтығысуы	2
3	Сақталу заңдарының көмегімен динамика есептерін шығару	4

4	Жердің жасанды серіктерінің қозғалысы	2
5	Механикалық энергияның шығындарымен жүретін жүйелерді есептеу	2
6	Қуат	2
7	Жұмыс	2
<b>Бақылау жұмысы</b>		<b>3</b>

Төменде механика бөлімі бойынша олимпиадалық есептерді шығару мысалдары мен әдістемелік нұсқаулар ұсынылған [3-5].

*Есеп 1.* Мәшине тас жолдың түзу учаскесі бойымен  $v_1 = 60$  км /сағ тұрақты жылдамдықпен қозғалады. Бастапқыда тас жолдан  $l = 90$  м ара-қашықтықта орналасқан жаяу адам  $v_2 = 18$  км/сағ жылдамдықпен жүгіреді. Мәшинадан қандай ең аз бастапқы  $L$  ара-қашықтықта жаяу адам онымен кездесе алады?

*Шешімі:* Кездесу  $C$  нүктесі 1-суретте көрсетілген. Жаяу адам оған  $t_2 = AC/v_2 = \sqrt{l^2 + x^2}/v_2$  уақытта жүгіріп жетеді, ал мәшина үшін -  $t_1 = BC/v_1 = (\sqrt{L^2 - l^2} + x)/v_1$ . Егер  $t_1 \geq t_2$  болса, онда жаяу адам мәшинамен кездесуге үлгереді. Ол мәшинаны максималды түрде озып өтетіндей тас жолдағы сондай  $C$  нүктесіне жүгіруі тиіс, яғни  $t_1 - t_2 = \max$ .



1- сурет.

Экстремум шартынан:

$$\frac{d(t_1 - t_2)}{dx} = \left( \frac{\sqrt{L^2 - l^2} + x}{v_1} - \frac{\sqrt{l^2 + x^2}}{v_2} \right)' = \frac{1}{v_1} - \frac{x}{v_2 \sqrt{l^2 + x^2}} = 0$$

Онда келесіні аламыз:  $x = \frac{v_2 l}{\sqrt{v_1^2 - v_2^2}}$ . Табылған оптималды  $x$  ара-

қашықтықты қоя отырып, келесіге келеміз:

$$(t_1 - t_2)_{\max} = \frac{\sqrt{L^2 - l^2}}{v_1} - \frac{l\sqrt{v_1^2 - v_2^2}}{v_1 v_2} \quad (1)$$

Мәшинаға дейінгі бастапқы  $L$  ара-қашықтық кем болған сайын, озу уақыты кемірек болады.  $(t_1 - t_2)_{\max} = 0$  кезінде, мәшина да жаяу адам да кездесу нүктесіне бірізгілікте жетеді. (1)-теңдеуден  $L_{\min} = \frac{lv_1}{v_2} = 300$  м екендігі шығады.

*Есеп 2.* Ғарыш аппараты қону кезінде тежеуші парашютті шығарып, нәтижесінде тежеуші үдеу  $\beta = 0,02 \text{ м}^{-1}$  пропорционалдық коэффициентімен жылдамдық квадратына пропорционал болып шығады. Бастапқы қону  $v_0 = 240 \text{ м/с}$  жылдамдығының 100 есе кемуі кезінде тежегіш қалыптар іске қосылып, аппарат тоқтайды. Тежелу уақыты мен жолын, қону кезіндегі қозғалыстың орташа жылдамдығын анықтаңдар.

*Шешімі:* Есептің шартына сәйкес

$$\frac{dv}{dt} = -\beta v^2$$

Айнымалыларды бөліп және бастапқы шарттарды ( $t = 0$  кезінде  $v = v_0$ ) ескере отырып, бұл теңдеуді интегралдасақ, келесіні аламыз:

$$\int_{v_0}^v \frac{dv}{v^2} = -\beta \int_0^t dt, \quad \text{бұдан} \quad \frac{1}{v} - \frac{1}{v_0} = \beta t.$$

Аппараттың жылдамдығы уақыт өтуімен  $v = \frac{v_0}{1 + \beta v_0 t}$  заңы бойынша өзгереді. Бұл теңдеуге соңғы  $v = 0,01 \cdot v_0$  жылдамдықты қоя отырып, тежелу уақытын табамыз:  $t = 99 / (\beta v_0) = 20,6$  с. Енді тежелу жолын анықтайық:

$$l = \int_0^t v dt = \int_0^t \frac{v_0 dt}{1 + \beta v_0 t} = \frac{1}{\beta} \ln(1 + \beta v_0 t) = \frac{1}{\beta} \ln 100 = 230 \text{ м}.$$

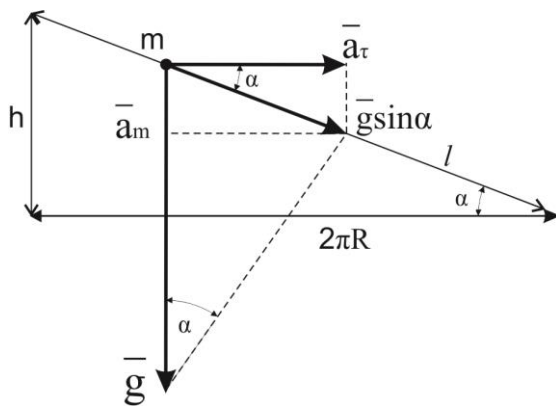
Тежелу кезіндегі орташа жылдамдық анықтама бойынша келесі шамаға тең:

$$\langle v \rangle = \frac{l}{t} = \frac{(1/\beta) \cdot \ln 100}{99 / (\beta v_0)} = \frac{v_0 \cdot \ln 100}{99} = 11,2 \text{ м/с}.$$

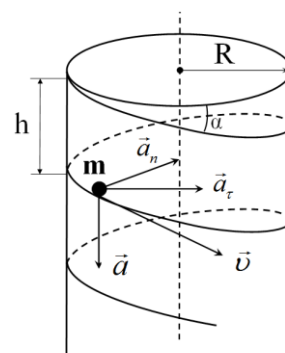
*Есеп 3.* Радиусы  $R$  және қадамы  $h$  болатын винттік науа бойымен бастапқы жылдамдықсыз сырғанап түсетін  $n$ -ші орам соңындағы дененің үдеуін анықтаңыздар (2-сурет). Сырғанау уақытын анықтаңыздар. Үйкелісті ескермеңіздер.

*Шешімі:* Винттік (спиральдік) сызық бойынша қозғалысты екі қозғалыстың қосындысы түрінде қарастыруға болады: горизонталь жазықтықтағы  $R$  радиусты шеңбер бойымен айналмалы қозғалыс және біруақытта вертикаль төмен құлау.

Дененің еркін сырғанауы ауырлық күшінің траектория бағытына проекциясы әсерінен жүреді. Траектория көкжиекке  $\alpha$  бұрышпен көлбеуленгендіктен (3-сурет), онда траектория бойымен дене жанама үдеумен  $g \sin \alpha$  қозғалады, мұндағы  $g$  - еркін түсу үдеуі (2-сурет). Бұл үдеуді вертикаль және горизонталь проекцияларға жіктесек, онда дененің төмен қарай  $a_m = (g \sin \alpha) \cdot \sin \alpha$  үдеумен қозғалатынын, сонымен бірге шеңбер бойынша тангенциаль үдеумен  $a_\tau = (g \sin \alpha) \cdot \cos \alpha$  және  $a_n = (v')^2 / R$  нормаль үдеумен біруақытта айналатындығы шығады, мұндағы  $v' = v \cos \alpha$  - горизонталь бағытқа дене жылдамдығының проекциясы.



2-сурет. Дененің үдеу векторы



3-сурет. Үдеудің проекциялары

Үдеудің үш өзара перпендикуляр бағыттарға проекцияларын біле отырып (2-сурет), дененің толық үдеуін анықтай аламыз:

$$a = \sqrt{a_m^2 + a_n^2 + a_\tau^2} = \sqrt{g^2 \sin^2 \alpha + (v \cos \alpha)^4 / R^2}. \quad (2)$$

6-суреттегі траекторияның бір орамы вертикаль жазықтықта «жайылып» көрсетілген. Бұдан көрінетіні:  $\sin \alpha = h/l$ ,  $\cos \alpha = 2\pi R/l$ , мұндағы  $l = \sqrt{h^2 + 4\pi^2 R^2}$  - бір орамның ұзындығы.

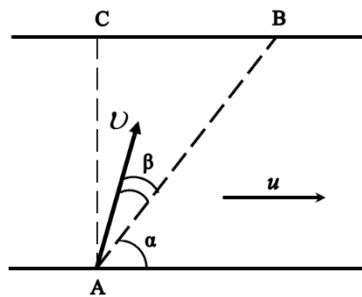
Үйкеліс болмағандықтан, ал нормаль реакция күші денеге жұмыс атқармайтындықтан, сонымен бірге  $mgH = mv^2/2$  энергияның сақталу заңынан дененің  $n$  орамдардың  $H = hn$  биіктігінен түскеннен кейін  $v = \sqrt{2ghn}$  жылдамдыққа ие болатындығы шығады. (2-формулаға қоя отырып, жол соңындағы үдеудің ізделінетін шамасын анықтаймыз:

$$a = \sqrt{\frac{g^2 h^2}{h^2 + 4\pi^2 R^2} + \frac{4g^2 h^2 n^2 (2\pi R)^4}{R^2 (h^2 + 4\pi^2 R^2)}} = \frac{gh}{h^2 + 4\pi^2 R^2} \sqrt{h^2 + 4\pi^2 R^2 (1 + 16\pi^2 n^2)}.$$

Сырғанау уақытын қозғалыстың вертикаль проекциясы үшін оңай анықтауға болады:

$$H = hn = \frac{a_m t^2}{2}, \quad \text{бұдан} \quad t = \sqrt{\frac{2hn}{a_m}} = \sqrt{\frac{2hn}{g \sin^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{2n(h^2 + 4\pi^2 R^2)}{gh}}.$$

*Есеп 4.* Өзеннің қарама-қарсы жағаларында орналасқан А және В пункт арасында катер жүріп тұрады. Әрқашанда ол АВ түзу бойымен жүреді (4-сурет). А және В нүктелері бір-бірінен  $S = 1200$  м ара-қашықтықта орналасқан. Өзен ағысының жылдамдығы  $u = 1,9$  м/с. АВ түзуі өзен ағысының бағытымен  $\alpha = 60^\circ$  құрайды. Катер  $t = 5$  мин ішінде А-дан В-ға және кері қарай барып келу үшін сумен салыстырғанда қандай  $v$  жылдамдықпен және АВ түзумен қандай  $\beta_1$  мен  $\beta_2$  бұрыштарды жасай өзеннің екі бетімен қозғалуы керек?



4-сурет.

**Шешімі:** Жағаға қатысты катердің жылдамдығы  $\mathcal{S} = v + u$ . Ол АВ түзу бойымен бағытталған.  $\mathcal{S} = v + u$  теңдіктің АВ түзуіне және оның перпендикуляр бағытына проекцияларын тапсақ, онда келесіні аламыз:

$$\mathcal{S}_1 = v \cos \beta_1 + u \cos \alpha; \quad u \sin \alpha = v \sin \beta_1$$

мұндағы  $\mathcal{S}_1$  - А нүктесінен В нүктесіне қозғалу кезіндегі катердің жылдамдығы.

Катердің В нүктесінен А нүктесіне кері қайтқан кезде:

$$\mathcal{S}_2 = v \cos \beta_2 - u \cos \alpha; \quad u \sin \alpha = v \sin \beta_2.$$

Бұдан көрінетіні:  $\beta_1 = \beta_2 = \beta$ . Жалпы қозғалыс уақыты:

$$t = \frac{S}{\mathcal{S}_1} + \frac{S}{\mathcal{S}_2} = \frac{S \cdot 2v \cos \beta}{v^2 \cos^2 \beta - u^2 \cos^2 \alpha}. \quad \text{Онда}$$

$$(v \cos \beta)^2 - \frac{2S}{t} \cdot v \cos \beta - u^2 \cos^2 \alpha = 0; \quad v \cos \beta = \frac{S}{t} + \sqrt{\frac{S^2}{t^2} + u^2 \cos^2 \alpha}.$$

Келесі теңдеулер жүйесінен

$$\begin{cases} v \sin \beta = u \sin \alpha \\ v \cos \beta = \frac{S + \sqrt{S^2 + u^2 t^2 \cos^2 \alpha}}{t} \end{cases}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{ut \sin \alpha}{S + \sqrt{S^2 + u^2 t^2 \cos^2 \alpha}} \text{ екендігін анықтаймыз. Бұдан } \beta = 11,5^\circ. \text{ Сонымен}$$
$$v = \frac{u \sin \alpha}{\sin \beta} = 8,3 \text{ м/с.}$$

Физикалық есептерді шығару іскерліктері мен дағдылары пәндік білімдердің толықтығы мен тереңдігінің, олардың жүйелілігі мен беріктігінің басты көрсеткіші болып табылады, оқушылардың өз бетімен тануға деген қабілеттіліктерінің деңгейін, сонымен бірге табиғат құбылыстарын зерттеу кезінде шығармашылық ізденіске дайындығын көрсетеді.

### *Пайдаланылған әдебиеттер тізімі*

1 Гельфгат И.М., Генденштейн Л.Э., Кирик Л.А. 1001 задача по физике с решениями: учеб. пособие. – Харьков-М.: Независимый научно-методический центр «Развивающее обучение», 1996. – 596 с.

2 Семенова М.В., Якуты А.А. Задачи Московских городских олимпиад по физике. 1986-2005. – М.: МЦНМО, 2006. – 623 с.

3 Чудновский А.В., Григорьев Ю.М., Муравьев В.М., Потапов В.Ф. Теоретические задачи по физике. Международная олимпиада «Туймаада». 1994-2012. – М.: МЦНМО, 2013. – 262 с.

4 Турунтаева С.В. Олимпиадные задачи по физике: учеб. пособие для школьников, учителей, абитуриентов.– Ярославль: Заочная физико-техническая школа, 2002. – 302 с.

5 Воробьев И.И., Зубков П.И., Кутузова Г.А., Савченко О.Я., Трубачев А.М., Харитонов В.Г. Задачи по физике: учеб. пособие. – СПб.: Лань, 2001. – 368 с.

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ К РЕШЕНИЮ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ**

**Тонтаева А.**

магистрант, Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова,  
Караганда, Казахстан

*Статья посвящена разработке методических указаний по решению олимпиадных задач по физике. Изучена методика решения олимпиадных задач по физике. Предложен элективный курс "Решение олимпиадных задач по разделу «Механика» в качестве дополнительной образовательной программы. Представлены примеры и методические указания по решению олимпиадных*



задач по разделу «Механика». Предложенный элективный курс дает возможность не только обобщить, повторить, закрепить знания учащихся, но и правильно выбрать ориентацию их будущей профессиональной деятельности.

**Ключевые слова:** физика, физическая олимпиада, методика решения задач, задачи повышенной сложности.

## DEVELOPMENT OF METHODOLOGICAL INSTRUCTIONS FOR SOLVING OLYMPIAD PROBLEMS IN PHYSICS

**Tontayeva A.**

Master student, Buketov Karaganda University,  
Karaganda, Kazakhstan

*The article is devoted to the development of tutorial for solving physics Olympiad problems. The solving methods of Physics Olympiad problems were studied. The elective course "Solving Olympiad problems on the Mechanics" is proposed as an additional educational program. Examples and tutorials for solving Olympiad problems on the Mechanics are presented. The proposed elective course makes it possible not only to generalize, repeat, consolidate school students' knowledge, but also to choose the right orientation of their future professional activity.*

**Keywords:** physics, physics Olympiad, methods of problem solving, problems of increased complexity.

### *References*

1 Gel'fgat I.M., Gendenshteyn L.E., Kirik L.A. 1001 zadacha po fizike s resheniyami [1001 problems in physics with solutions]: textbook. – Khar'kov-M.: Independent scientific and methodological center «Razvivayushcheye obucheniyе», 1996. – 596 p. [in Russian]

2 Semenova M.V., Yakuty A.A. Zadachi Moskovskikh gorodskikh olimpiad po fizike [Problems of the Moscow City Olympiads in Physics. 1986-2005]. – Moscow: MTSNMO, 2006. – 623 p. [in Russian]

3 Chudnovskiy A.V., Grigor'yev YU.M., Murav'yev V.M., Potapov V.F. Teoreticheskiye zadachi po fizike. Mezhdunarodnaya olimpiada «Tuymaada» 1994-2012 [Theoretical problems in physics. International Olympiad "Tuymaada" 1994-2012]. – Moscow: MTSNMO, 2013. – 262 p. [in Russian]

4 Turuntayeva S.V. Olimpiadnyye zadachi po fizike [Olympiad problems in physics]: textbook. Manual for schoolchildren, teachers, entrants.– Yaroslavl': Zaochnaya fiziko-tehnicheskaya shkola, 2002. – 302 p. [in Russian]

5 Vorob'yev I.I., Zubkov P.I., Kutuzova G.A., Savchenko O.YA., Trubachev A.M., Kharitonov V.G. Zadachi po fizike [Problems in physics]: textbook. – St. Petersburg: Lan', 2001. – 368 p. [in Russian]