

Посебна питања физике

1

Психолошке основе наставе физике

2

Пијжеова теорија когнитивног развоја

- Жан Пијаже (Jena Piaget, 1896-1980), швајцарски психолог
- Когнитивна (когниција - сазнање) теорија развоја детета
- Не постоји свеобухватна теорија: Виготски, Брунер, Чомски, ...
- Значај Пијажеа – питања и тестови које је вршио су били са физичком проблематиком
- Утемљио је *едукациони конструктивизам*



3

Пијжеова теорија когнитивног развоја

- Централно место у Пијжеовој теорији је МЕНТАЛНА СТРУКТУРА
- Ментална структура
 - Чврсто организован ментални систем који организује ефикасно функционисање особе у датој средини, управља понашањем појединца, контролише како и шта он мисли и како се понаша
- Менталне структуре појединца су подложне променама – мења се и понашање људи и њихово знање
- **Постизање одговарајуће менталне структуре је циљ образовања.**

4

Процес развоја менталних структура, уравнотежавање и саморегулација

- Менталне структуре
 - Како настају?
 - По којим законитостима се мењају?
 - Ако се учење састоји од конструисања, доградње и реконструисања постојећих структура одакле долазе почетне менталне структуре појединца?
- Две крајности
 - Платонисти
 - Менталне структуре су урођене а временом се развијају са растом мозга
 - Класични емпиристи
 - Структуре нису урођене већ настају искључиво под дејством околине

5

Процес развоја менталних структура, уравнотежавање и саморегулација

- Менталне структуре
 - Пијже – рођењем јединка има само неке базичне менталне структуре
 - За настајање и развој одређене структуре нису довољна само чула већ и њихова ментална обрада
 - Човек/дете није у стању да уочи ствари и појаве док његова свест не развије структуру која му то омогућује
 - Неуронауке: стицање знања и развој свести на молекуларном нивоу се своди на развој неурона успостављање све комплекснијих веза међу њима
 - Број неурона особе се не мења са временом али се они развијају и међусобно повезују.
 - **Развој менталне структуре догађа се у динамичком међуделовању особе са околином у процесу који се зове уравнотежавање (еквилибрација).**

6

Процес развоја менталних структура, уравнотежавање и саморегулација

■ Менталне структуре

- Пијаже – рођењем јединка има само неке базичне менталне структуре
- Како дете реагује на нова искуства и информације?
- Два начина реакција и процеса развоја менталних структура:
 - Асимилација
 - Акомодација

7

Процес развоја менталних структура, уравнотежавање и саморегулација

■ Асимилација

- Ако су нови подаци, искуство или информација у складу са постојећом м.с. особа их усваја/асимилира и м.с. се не мења уочљиво
- Нпр. асимилирањем нове информације у школи она постаје део знања

■ Акомодација

- Ако се добије информација која не може да се објасни на основу постојеће м.с. долази до **когнитивног конфликта** односно **неравнотежног стања** система менталне структуре.
- Да би се добило ново равнотежно стање ментална структура мора да се реструктурира и надогради

8

Процес развоја менталних структура, уравнотежавање и саморегулација

■ Акомодација

- Процес усклађивања МС са конфликтним ситуацијама и информацијама назива се *акомодација*, а процес успостављања новог равнотежног стања је *уравнотежавање* или *еквilibрација*.
- Укупан процес прилагођавања и доградње менталних структура који укључује и акомодацију и асимилацију назива се *саморегулација*
- У процесу саморегулације особа активно истражује односе, узајамне везе и начине за разрешење настале контрадикције и уношења кохеренције у новостечено искуство.

9

Фактори који утичу на развој менталних структура

- Ако је саморегулација = учење који фактори утичу на њега?
 - Искуство
 - Друштвена трансмисија (интеракција)
 - Дозревање

10

Фактори који утичу на развој менталних структура - искуство

- Две врсте искуства
 - Физичко
 - Логичко-математичко
- Физичко
 - Стиче се стварном интеракцијом са објектима – након неког времена не виде се само објекти већ и нека врста реда односно законитости
- Логичко-математичко
 - Развија се на бази физичког – рефлективна апстракција

11

Фактори који утичу на развој менталних структура - искуство

- Импликација на наставу физике
 - Демонстрација експеримента у одељењу мора по правилу доћи пре апстрактне генерализације

12

Фактори који утичу на развој менталних структура

- Ако је саморегулација = учење који фактори утичу на њега?
 - Искуство
 - Друштвена трансмисија (интеракција)
 - Дозревање
- Дете све посматра, посебно мања деца, из веома *егоцентричног* референтног система (Сунце ме прати)
- Да би се разбио егоцентризам неопходна је интеракција са другима. Ако је нема нема ни промене менталних структура које могу бити неадекватне

13

Фактори који утичу на развој менталних структура

- Ако је саморегулација = учење који фактори утичу на њега?
 - Искуство
 - Друштвена трансмисија (интеракција)
 - **Дозревање**
- Процес развоја МС је поступан, за акомодацију је потребно време
- Настава физике: *садржаји у програму и уџбенику и учioniци су распоређени тако да се иста основна знања у њима стално понављају али не у једнаким већ у сличним али и сасвим новим ситуацијама.*
- Континуирана примена већ познатих фундаменталних појмова, закона, модела и теорија на нове ситуације, осим што продубљује и проширује њихово значење, у самом прилазу новим ситуацијама захтева од ученика присећање неких њихових својстава као и процедуре њихове употребе.

14

Фактори који утичу на развој менталних структура

- Ако је саморегулација = учење који фактори утичу на њега?
 - Искуство
 - Друштвена трансмисија (интеракција)
 - **Дозревање**
- Примери:
 - 2. Њутнов закон
 - се уводи на почетку 1. разреда (тачније у 7. разреду)
 - Примењује се на различите механичке система током целог 1. разреда
 - Повремено у 2. разреду (кинетицка теорија, кретање наелектрисаних честица)
 - 3. разреду (хармонијско кретање, механички таласи, звук, ...)
 - **Сила еластичности код опруге**
 - 6. разред основне школе (сила је сразмерна деформацији)
 - Примена на динамометар
 - Осцилације (8. разред)
 - 1. разред гимназија – рад и енергија код опруге
 - 3. разред – осцилације и таласи

15

Стадијуми когнитивног развоја

- Стадијум **психомоторичког развоја** / сензомоторни стадијум (0-2. године)
- **Предоперациони** стадијум (2-7. година)
- Стадијум развоја **конкретних операција** (7-11. година)
- Стадијум развоја **формалних (апстрактних) операција** (од 11. године па надаље)

16

Стадијуми когнитивног развоја - психомоторички развој (0-2)

- Рефлекси и основне навике
- За дете постоје само објекти које види или пипа
- Развија се свест о перманентном постојању материјалних објеката
- Потреба за изналажењем симбола за оне објекте који нису у непосредној близини – резултира развојем језика и стварањем услова за прелазак у виши стадијум
- Шеме понашања: дете сваки предмет тресе али не дају сви звук. Нпр. магнет не може да се асимилира у постојеће шеме – ствара се нова – магнет привлачи нека тела

17

Стадијуми когнитивног развоја - Предоперациони развој (2-7)

- Развија се језик, искуства покушавају да се споје у целине, развија се егоцентризам
- Развија се интуитивна мисао и трансдуктивно мишљење (прелази се са једног појединачног својства на друго а да се не прелази преко општег – нпр. "Зашто Месец виси на небу?" "Зато што је жут.")
- Није развијена способност каузалног мишљења – некритички се повезују сасвим некорелисане појаве: "Зашто ексер тоне ако га ставимо на површину воде у посуду?" "Зато што је мален." "А зашто чекић потоне?" "Зато што је велик."

18

Стадијуми когнитивног развоја - Предоперациони развој (2-7)

- Каузално мишљење је немогуће јер недостају 4 битна елемента која се еволутивно надограђују:
 - Претерани егоцентризам - треба да прође процес десубјектификације
 - У опажању детета се не уочава временски след догађаја и последице – као да је веза изванвременска
 - Дете не може да разматра појаве временски реверзибилно
 - Не примењује интуитивно елементарне законе одржања (количине, тежине, запремине, ...)

19

Стадијуми когнитивног развоја – Стадијум развоја **конкретних** операција (7-11)

- Способност конкретних мисаоних операција
- У стању је да интуитивно примњује једноставне законе одржања и да *мисли каузално*
 - Али само ако се све то односи на конкретне објекте и процесе
 - Не и на вербално и апстрактно изнете хипотезе

20

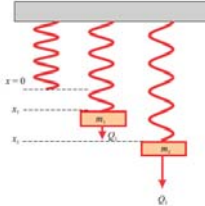
Стадијуми когнитивног развоја – Стадијум развоја **конкретних** операција (7-11)

- Одлике менталних структура у том узрасту
 - Реверзибилност
 - Укључивање очувања
 - Уређивање у серијски редослед

21

Стадијум развоја конкретних операција -Реверзибилност

- Особа је у стању да ментално обрне редослед конкретног физичког процеса – ако се скине тег опруга дете би требало да очекује да се опруга враћа у неистегнуто стање
- Пре обраде својстава опруге ученицима треба поставити овај проблем да се утврди да ли сви међу њима укључују у размишљање временску реверзибилност



22

Стадијум развоја конкретних операција –укључивање очувања

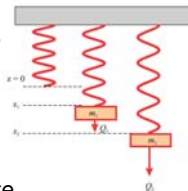
- Особа интуитивно усваја једноставне законе очувања за неке конкретне ситуације
 - Претакање воде у посуду другачијег облика (знатно ужу или знатно ширу)
 - У 6. разреду је мерење запремине течности помоћу мензуре
 - Проверити да ли сви ученици усвојили ову операциону способност јер је неопходна за даљи рад



23

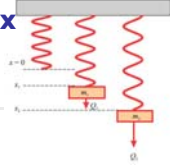
Стадијум развоја конкретних операција –уређивање у серијски редослед

- За физичке објекте су у стању да их уреде у серијски редослед
- У стању су и да утврде 1-1 кореспонденцију (ако постоји) између два таква редоследа
- За апстрактне објекте или податке то није у стању да уради и о томе мора да се води рачуна у настави физике у ОШ
- Нпр. у 6. разреду се тражи корелација између тежине тела, дужина опруге и њеног издужења.



24

Стадијум развоја **конкретних операција** –уређивање у серијски редослед

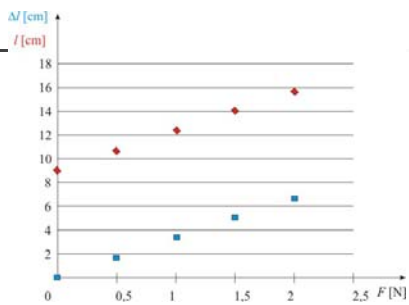


- Експеримент
- Ученици су у стању да уреде три низа података у одговарајуће низове
- Да уоче 1-1 кореспонденцију и корелацију између тежине тегова, дужина и издужења

25

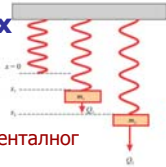
Број тег	F [N]	l [cm]	Δl [cm]
0	0	9,0	0
1	0,5	10,6	1,6
2	1	12,3	3,3
3	1,5	13,8	4,8
4	2	15,4	6,4

26



27

Стадијум развоја конкретних операција –уређивање у серијски редослед



- Помоћу графичког приказа уз мало менталног напора ученик може да уочи **пропорционалност** између тежине тегова и издужења опруге
- Стиче се физичко искуство које је основа за постепено напредовање у стицању логичко-математичког искуства.
- Последња операција (уочавање сразмерности) између тежине и издужења опруге (за конкретну ситуацију) чини прелаз према развоју менталних структура које карактеришу стадијум **формалних операција**

28

Стадијум развоја конкретних операција –недостаци (у начину мишљења)

- Приступ истраживању нове појаве није систематски
 - није у стању да примени контролу променљивих – утврђивање како на период клатна утичу дужина нити и маса куглице – мењају истовремено и једну и другу променљиву
- Приликом мерења не узимају у обзир све могућности и нису у стању да уоче изворе грешака
- Произвољност у решавању проблема применом некоректних алгоритама ($s=at^2/2$ и када убрзање није константно)
- Нису довољно самостални и критични и сложеније проблеме од неколико корака могу да решавају само уз упутства
- Има проблем са вербалним изношењем дефиниција и интерпретацијом релација, употребом симбола и планирањем
- Није у стању да провери исправност сопствених резултата и закључака упоређивањем са искуством и постојећим подацима. Нпр. не примећује ништа чудно ако добије резултат који се за 10 редова величине разликује од тачног

29

Стадијуми когнитивног развоја

- Стадијум **психомоторичког развоја** / сензомоторни стадијум (0-2. године)
- **Предоперациони** стадијум (2-7. година)
- Стадијум развоја **конкретних операција** (7-11. година)
- Стадијум развоја **формалних (апстрактних) операција** (од 11. године па надаље)

30

Стадијум развоја **формалних (апстрактних) операција (>11)**

- Нема недостатака који су побројани код "конкретног" мислиоца
- У стању је да размишља апстрактно
- Пијаже: У просеку се достиже око 15 године али није у свим подручјима исто ни истовремено (до 20. година свакако)
- Истраживање у САД, 50% одраслих није достигло стадијум формалног мишљења
- Енглеска, мање од 20% ученика достиже тај стадијум на крају обавезног школовања (16. год.)

31

Стадијум развоја **формалних (апстрактних) операција**

- Операционе шеме
 - Идентификовање *релевантних променљивих*, елиминација *ирелевантних и примена процедуре контроле променљивих*
 - Формулисање *хипотеза* и њихова примена
 - *Комбинаторно размишљање*
 - Налажење и утврђивање *функционалне зависности*
 - Примена *пропорционалности* у проналажењу међузависности различитих величина

32

Стадијум развоја **формалних (апстрактних) операција – примена пропорционалне зависности**

- Примена *пропорционалности* у проналажењу међузависности различитих величина
 - 6. разред пресипање течности из мензуре једног попречног пресека у мензуру другог и процена у ком односу ће порастати висина нивоа када се исти камен урони у једну па у другу мензуру
 - Проблем – пропорционалност се из математике учи у 7. разреду
 - Ученици је прихвате формално али велики број њих не зна да примени то знање у пракси док год не усвоје то знање на физичком искуству (у складу са Пијажеовим тврдњама да **апстрактној генерализацији претходи физичко искуство**)
 - 7. разред – нпр. зависност убрзања тела чија је маса константна од силе

33

Стадијум развоја **формалних (апстрактних) операција** – идентификовање променљивих и параметара

- Први корак у разматрању ма ког проблема – идентификовање променљивих и параметара
 - У традиционалној настави наставник наводи све величине

34

Стадијум развоја **формалних (апстрактних) операција** – идентификовање променљивих и параметара

- 1. Пример из гимназије – просто хармонијско осциловање – тег окачен о опругу
- Сопствена фреквенција система – у традиционалној настави обично кажемо да је одређена константом еластичности опруге k и масом тега m
- Алтернативни прилаз: ученици сами треба да нађу решење

35



Стадијум развоја **формалних (апстрактних) операција** – идентификовање променљивих и параметара

- Алтернативни прилаз: ученици сами треба да нађу решење
- Кроз два сукцесивна питања
 - Одредити релевантне параметре осцилатора од којих зависи његова сопствена фреквенција
 - Одредити њихову функционалну зависност (димензионалном анализом)
- Студенти и ученици често имају доста проблема са првим питањем јер су обично добијали "готов" списак променљивих
- Кад дефинишу релевантне променљиве димензионалном анализом лако добијају функционалну зависност

36



Стадијум развоја **формалних (апстрактних) операција** – идентификовање променљивих и параметара

- 2. Пример из гимназије – математичко клатно
- Два sukcesivna питања
 - Одредити релевантне параметре осцилатора од којих зависи његова сопствена фреквенција
 - Одредити њихову функционалну зависност (димензионалном анализом)
 - Прва идеја: l и m . Не даје добар резултат јер се не може добити фреквенција.
 - Потпитање – зашто се клатно њише? Наводи да се и гравитација узме у обзир. Величине (l , m , g)

37

Стадијум развоја **формалних (апстрактних) операција** – контрола променљивих

- Поступак који се примењује када величина зависи од више променљивих
- Када се тражи зависност од једне остале се одржавају константним.
- У традиционалном прилазу се оване такође не придаје пажња

38

Стадијум развоја **формалних (апстрактних) операција** – контрола променљивих

- 1. Кружно кретање
 - Питање: како центрипетална сила зависи од полупречника путање?
 - Одговор: израз који се обично први изводи (преко убрзања) – обртно је пропорционална $F_c = m \frac{v^2}{r}$
 - Постоје и други: директно је пропорционална $F_c = m r \omega^2$.
 - Који је прави?

39



Стадијум развоја **формалних**
(апстрактних) операција — контрола
променљивих

- 2. Електрична отпорност
 - Опиши релацију $R=U/I$ речима.
 - “електрична отпорност је пропорционална напону”, електрична отпорност је обрнуто пропорционална јачини струје”
- 3. Други Њутнов закон
 - Опиши речима релацију $F=ma$
 - “Сила је пропорционална маси”, “Маса је обрнуто пропорционална убрзању”.

40
