

## Посебна питања физике

1

---

---

---

---

---

---

---

---

## ■ Психолошке основе наставе физике

2

---

---

---

---

---

---

---

---

## Пијжеова теорија когнитивног развоја

- Жан Пијаже (Jenа 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
- Утемељио 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
  - МС је **модел** конструисан на основу уоченог понашања великог броја људи.
- 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 (није довољно само држати очи у уши отвореним) већ и њихова ментална обрада
  - важи за разликовање објеката али и за разумевање неког апстрактног појма из физике (ЗОИ, опис судара два тела или осциловања клатна)

6

---

---

---

---

---

---

---

---

## Процес развоја менталних структура, уравнотежавање и саморегулација

### ■ Менталне структуре

- 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).**

7

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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

8

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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 преструктурира и надогради

9

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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.

10

---

---

---

---

---

---

---

---

## Фактори који утичу на развој менталних структура

### ■ Ако је саморегулација = учење који фактори утичу на њега?

- Искуство
- Друштвена трансмисија (интеракција)
- Дозревање

11

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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 – рефлексивна апстракција

12

---

---

---

---

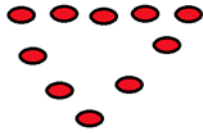
---

---

---

---

## Фактори који утичу на развој менталних структура - искуство



- број куглица не зависи од смера њиховог бројања (са лева на десно или обратно),
- нити од начина њиховог распореда (у круг, четвороугао или било како).
- физичко искуство се односи на конкретних 10 куглица.
- На основу тога дете може да изврши генерализацију да збир било ког скупа објеката не зависи од њиховог редоследа и распореда.

13

---

---

---

---

---

---

---

---

## Фактори који утичу на развој менталних структура - искуство

- Импликација на наставу физике
  - ученик, без обзира на узраст, у сусрету са новим појавама мора се најпре срести са конкретним објектима и процесима како би у интеракцији са њима стекао физичко искуство
  - Обрнути процес није природан
  - Демонстрација експеримента у одељењу мора по правилу доћи пре апстрактне генерализације

14

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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

15

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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.

16

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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 (кинетичка 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

17

---

---

---

---

---

---

---

---

## Фактори који утичу на развој менталних структура

- Овакав приступ је у складу са Пијажеовим идејама о дозревању менталних структура, и даје много веће шансе да знање везано за наведене садржаје постане трајно.
- Када би се сви садржаји који говоре о својствима еластичне опруге ставили у један разред (у оквиру области механика), такав приступ би био непримерен могућностима ученика. Са временом, без враћања на сличне садржаје, на овакав начин стечено знање би, поступно, сасвим нестало.

18

---

---

---

---

---

---

---

---

## Стадијуми когнитивног развоја

- Когнитивни развој сваке особе одвија се неједнаком брзином, али по одређеном редоследу, од мање ефикасних до ефикаснијих начина мишљења.
- 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)

19

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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 развитком 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

20

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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 посуди?" "Зато што је мален." "А зашто чекић потоне?" "Зато што је велик."

21

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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 реверзibilно
  - Не примењује интуитивно елементарне законе одржања (количине, тежине/месе, запремине, ...)

22

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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

23

---

---

---

---

---

---

---

---

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

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

24

---

---

---

---

---

---

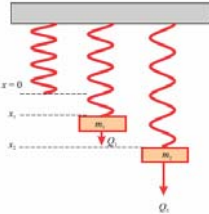
---

---



## 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



25

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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



26

---

---

---

---

---

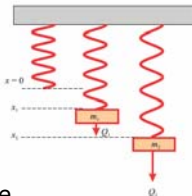
---

---

---

## 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.



27

---

---

---

---

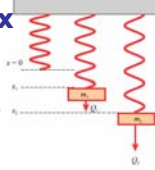
---

---

---

---

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

28

---

---

---

---

---

---

---

---

Број тег	$F$ [N]	$l$ [cm]	$\Delta l$ [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

29

---

---

---

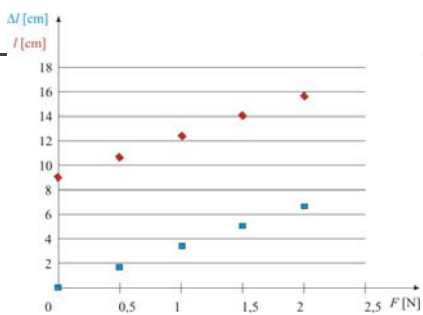
---

---

---

---

---



30

---

---

---

---

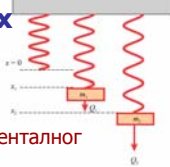
---

---

---

---

## 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**

31

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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

32

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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)

33

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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.)

34

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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

35

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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 мензуром другог и процена у ком односу ће пораста висина нивоа када се исти камен урони у једну па у другу мензуром
  - 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

36

---

---

---

---

---

---

---

---

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

37

---

---

---

---

---

---

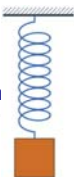
---

---

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

38



---

---

---

---

---

---

---

---

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

39



---

---

---

---

---

---

---

---

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

- 2. Пример из гимназије – математичко клатно
- Два сукцесивна питања
  - Одредити релевантне параметре осцилатора/математичког клатна 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 на то да се и гравитација узме у обзир. Величине  $(l, m, g)$

40

---

---

---

---

---

---

---

---

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 овоме такође не придаје пажња

41

---

---

---

---

---

---

---

---

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) – обрнуто је пропорционална  $F_c = m \frac{v^2}{r}$ .
  - Постоје и други: директно је пропорционална  $F_c = mr\omega^2$ .
  - Који је прави?

42

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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".

43

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ученичке претконцепције

- Ученици долазе на наставу физике са већ успостављеним системом физичких концепата
- Засновани су делом на сопственом искуству, а делом на знањима стеченим у претходном школовању.
- физика је добрим делом апстрактна и често није у сагласности са уобичајеном интуицијом,
- ученичке идеје (претконцепције) често су у супротности са физичким идејама и могу представљати препреку њиховом усвајању
- Да би настава била ефикаснија потребно је, након утврђивања, радити на њиховом елиминисању, и замени правим научним концептима.

44

---

---

---

---

---

---

---

---

## Извори стварања индивидуалних концепата



- Концептуализација директног искуства
- На основу података из културног окружења
- Формално образовање (школа)

45

---

---

---


---

---

---

---

---



- Претконцепције/интуитивне идеје
  - ученичке идеје о неком феномену пре формалног учења
- Алтернативне идеје
  - могу постојати или као претконцепције, или као мешавина претконцепција и формалног учења у школи

46

---

---

---


---

---

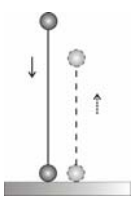
---

---

---



## Пример



- Концепти које ће користити физичар
  - *гравитациона сила, убрзање, кинетичка енергија, еластична деформација, унутрашња енергија, еластична одбојна сила, потенцијална енергија еластичне деформације*
  - Ниједан не може да се региструје чулима
  - Сви су последица мисаоних конструкција
- Ученик
  - Употребиће своје личне интуитивне конструкције

47

---

---

---


---

---

---

---

---



## Претконцепције у механици

- Основна област физике
- Кроз њу се ученици навикавају на методе физике као науке
- Неке претконцепције
  - за било какво кретање потребно је деловање силе,
  - за кретање константном брзином потребна је константна сила,
  - кретање се одвија у смеру деловања силе,
  - тело које мирује не може на друга тела да делује силом,
  - тежа тела падају брже, ...

48

---

---

---

---

---

---

---

---



## Тежа тела падају брже

- заснива на искуству ученика које је везано за свакодневне, неидеализоване услове у којима метална кугла пада брже од пера због деловања силе отпора ваздуха
- Другачији резултат експеримента са две металне куглице различитих тежина (занемарљив отпор падају истовремено) не утиче на њихов одговор.
- Та претконцепција је толико дубоко усађена да неки ученици тврде да „експеримент није успео јер знамо да то не може бити тако“.

49

---

---

---

---

---

---

---

---

## Утврђивање ученичких претконцепција

- Задају се проблеми који се не решавају рачунањем
- У решавању ученици не користе Њутнове законе већ се служе сопственом интуицијом.
- Иако ученици декларативно знају Њутнове законе, такве њихове идеје спадају у предњутновско раздобље, у коме је доминирао аристотеловски приступ физици.
- Разлог – **аристотеловска механика је ближа интуицији**, јер свет посматра око нас без идеализација.
- **Њутнова механика је контраинтуитивна**, јер кретања разматра у идеализованом свету (нпр. нема трења).

50

---

---

---

---

---

---

---

---

## Утврђивање ученичких претконцепција

- Force Concept Inventory, 1992. у САД
- концептуални тест из механике
- тест вишеструког избора који кроз 30 питања испитује ученичко разумевање њутновског концепта силе, без икакве употребе формула и рачунања.
- При томе су понуђени одговори базирани на познатим ученичким алтернативним концепцијама.
- Резултати су били лоши чак и када су га радили студенти након слушања првих курсева физике

51

---

---

---

---

---

---

---

---

## Упоређивање претконцепција у различитим областима физике

- концептуални тестови у областима механика и струјна кола
  - уз одговор су требали да назначе и то колико су сигурни у њега на скали до 1 (несигуран) до 5 (веома сигуран)
- Резултати слични али **поузданост одговора** није

52

---

---

---

---

---

---

---

---

## Упоређивање претконцепција у различитим областима физике

- У механици је поузданост одговора била готово максимална, док је поузданост одговора о струјним колима била веома мала.
- Претконцепције у механици су веома чврсте, док је концептуално разумевање струјних кола веома несигурно.
- Да би се успешно отклонили ови недостаци неопходно је разумети процес усвајања концепата.
- У области механике је на основу тих сазнања потребно радити на елиминисању претконцепције, а у области струјних кола применити их тако да се код ученика не створе погрешне идеје

53

---

---

---

---

---

---

---

---

## Промена/Измена концепција

- *концептуална промена?*
- Одговара *акомодацији* у Пијажеовој моделу развоја сазнања
- концептуална промена је когнитивни процес у коме се, у процесу учења, реализује трансформација концепција

54

---

---

---

---

---

---

---

---



## Промена/Измена концепција

- Основни услови за успешно остваривање промене концепција у настави су:
  - постојеће концепције се морају показати незадовољавајућим да би их ученик одбацио,
  - нова идеја мора, макар делом, да буде разумљива и конзистентна,
  - нова идеја мора од почетка да делује уверљиво (нпр. уколико омогућује разрешавање неких битних проблема), и
  - нова идеја мора да делује плодносније од старе по успешности, ширини и снази

55

---

---

---

---

---

---

---

---



- Теорије когнитивног развоја, Вигодски
- "Force Concept Inventory тест и његов значај", Милош Јонић
- Капацитет деце за самообразовање, Лазар Раденковић
- Едукациони конструктивизам, Сувремене идеје у методици наставе физике, Рудолф Крсник
- "Фајнман и његове идеје о принципу најмањег дејства" – Марија Грофуловић

56

---

---

---

---

---

---

---

---